

**Untersuchungen zu einer Theorie
der intrinsischen Motivation**

Martin Thurmair

1976

Untersuchungen zu einer Theorie
der intrinsischen Motivation

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Philosophie
an der Ludwig-Maximilians-Universität
zu München
FB Psychologie und Pädagogik

vorgelegt von
Martin Thurmair
aus München

Fotodruck Frank OHG
München

1977

Referent: Prof. Dr. Hans Schiefele

Korreferent: Prof. Dr. Hans G. Tillmann

Tag der Promotion: 16. 12. 1976



I N H A L T

I.	Der Begriff der intrinsischen Motivation	S. 3
1.	Von Hull zu Hunt	S. 4
2.	Wie ein Modell der intrinsischen Motivation aussehen könnte	S. 11
II.	Ein Modell kognitiver Aktivität - Vorklärungen	S. 14
1.	Ziele der Untersuchung	S. 14
2.	Einige Bemerkungen zur empirischen Basis	S. 16
3.	Einige Bemerkungen zur Bildung der Theorie - Über Blockschaltbilder	S. 18
III.	Ein Modell kognitiver Aktivität - Ausführung	S. 24
1.	Das Input-Identifikationsmodell	S. 26
1.0	Was mit "Input-Identifikation" gemeint ist	S. 26
1.1	Die Input-Identifikation	S. 28
1.2	Wie die Variablen des Input-Identifika- tionsmodells zusammenwirken	S. 51
1.3	Das Input-Identifikationsmodell	S. 55
1.4	Warum ein eigener Input-Identifikations- teil im kognitiven Modell enthalten ist	S. 56
2.	Das Informations-Verarbeitungsmodell	S. 60
2.1	Die vier Teilbereiche, aus denen sich das Modell zusammensetzt	S. 60
2.2	Das Modell	S. 63
2.2.1	Auswahl des relevanten Bereichs	S. 63
2.2.2	Codierung	S. 73

2.2.3	Verarbeitung	S. 81
2.2.4	Effektabschätzung	S. 91
2.2.5	Die letzte Blüte	S. 96
2.3	Wie die Variablen des Verarbeitungsmodells zusammenwirken	S. 99
2.4	Das kognitive Modell	S. 102
3.	Interpretation und Triftigkeit des Modells	S. 103
3.1	Was "Interpretation" und "Überprüfung" heißen soll	S. 103
3.2	Modellierungs-Skizzen	S. 107
IV.	Intrinsische Motivation	S. 130
1.	Was das Modell versprochen und bis jetzt gehalten hat	S. 130
2.	Der Begriff der Motivation	S. 131
3.	Der Begriff der intrinsischen Motivation im kognitiven Modell	S. 134
4.	Reflexion auf den Motivationsbegriff	S. 145
4.1	Von der Enttäuschung durch eine Definition	S. 145
4.2	Das Erklären durch Motive	S. 148
4.2.1	Erklärung durch Zuschreibung von Eigenschaften	S. 148
4.2.2	Erklären durch Zuschreibung einer Disposition	S. 150
4.2.3	Die Notwendigkeit theoretischer Begriffe	S. 153
5.	Vom Nutzen des Modells	S. 158
5.1	"Intrinsic motivation Revisited": John McV Hunt	S. 159
5.2	"Telephone switchboard": D.E. Berlyne	S. 166
5.3	"Leistungsmotivation": Eine Alternative ?	S. 173
5.4	"Intrinsische Motivation": Pädagogisch	S. 177
	Literaturverzeichnis	S. 184

I. DER BEGRIFF DER INTRINSISCHEN MOTIVATION

Es ist noch keine zehn Jahre her, daß der Begriff der intrinsischen Motivation und die Hoffnungen, die von Pädagogen an ihn geknüpft werden, in die Pädagogik Einzug gehalten haben. Welche Faktoren auch verantwortlich sein mögen, daß man sich von Strafen und Fleißbildchen abwandte, um die Schüler zu motivieren, und sogar die "reinforcement"-Ansätze und die "Drive-Theorie" mit scheelen Augen anzusehen begann - Tatsache ist, daß die 'intrinsische Motivation' Anfang der 60er Jahre mit einem Mal die amerikanische Psychologieszene betrat, mit White (1959), der Arbeit Berlynes (1960, 1966, 1967), und, 1965, mit dem Auftritt John McV Hunts auf dem Nebraska symposium on motivation, der sich wieder auf die Vorarbeiten von Miller, Galanter & Pribram (1960) beziehen konnte.

Ihre Weiterentwicklung fanden diese Initiatoren in einem Anwachsen der Forschungen über die informations-verarbeitenden Prozesse, die sich im menschlichen Gehirn abspielen, und in Anwendern dieser Theorie der intrinsischen Motivation, die sich mit einem Fragebogen auf die Suche nach unterschiedlichen Motivationsstrukturen von Arbeitskräften machten (Deci, 1970; Rosenfeld & Zdep, 1971).

Pädagogisch wertvoll mögen auch solche Pädagogen diese Theorie finden, die hören, daß es eine Motivation gebe, die ihren Lohn in sich selber hat, und die sie nun benutzen möchten, um ohne Noten- und Strafendruck oder, die bessere Seite der reinforcement-Strategien, Lob und Briefmarken, die Schüler 'intrinsisch' zu motivieren für die im Lehrplan gesetzten Ziele.

Was es nun mit diesem Konzept der intrinsischen Motivation auf sich hat, soll in dieser Arbeit geklärt werden. Dazu ist es zunächst nötig, sich einen Überblick zu verschaffen.

1. Von Hull zu Hunt

Unabhängig davon, daß die "Intrinsische Motivation" der Sache nach so neu nicht ist (schon in der Gestaltpsychologie läßt sich, bei etwas Interpretationsgeschick, der Sachverhalt einer Motivation "in der Sache selbst" finden), so hat sie doch ihre feste Abstammung, zumindest dem Begriffe nach, in einer Entwicklung, die auf der "Drive-Theorie" basiert: Aus ihren Mängeln und vermeintlichen Mängeln ging die "Intrinsische Motivation" hervor. In der hier apostrophierten "Drive-Theorie" kann man nun, mit Mühe und nach der Umbenennung in "Triebreduktionstheorie des Lernens", Clark L. Hull wiedererkennen, der mit seinen "Principles of behavior" (1943), "Essentials of behavior" (1951) und "A behavior system" (1952) eine sehr weitgehend durchkonstruierte und mathematisierte Theorie vorgelegt hatte, die als wendig und brauchbar gelten kann, Lernvorgänge in Organismen zu erklären.

Was speziell den Motivationspsychologen ins Auge stechen mußte, war der Grundmechanismus dieser Theorie, der aus der (später revidierten) Fassung von 1943 scheinbar mühelos herausgelesen werden konnte: Der Aufbau von komplexen Verhaltenssequenzen, die Antworten des Organismus auf bestimmte Umwelt- (oder Stimulus-)situationen sind, geschieht durch Verstärkung bestimmter, und durch Nichtverstärkung anderer Verhaltensweisen, wodurch die nichtverstärkten im Laufe der Zeit verschwinden und die verstärkten bevorzugt auftreten. Und Verstärkung, das war sehr einfach, findet statt, wenn durch die Verhaltensweise ein Triebreiz reduziert wird, also, für das psychologische Rasonieren formuliert, wenn durch eine Verhaltensweise ein Ziel erreicht wird, das durch diesen Trieb gesetzt worden war. (Wenn also etwa eine Ratte in ein Abteil des Käfigs läuft und mit dem dort vorfindlichen Futter den Hunger stillen kann, dann wird diese Laufaktivität verstärkt.)

(Mit dieser Kurzfassung der Drive-Theorie zu argumentieren, wäre nun allerdings etwa dasselbe, als wollte jemand mit der Kenntnis, ein Otto-Motor erzeuge Drehbewegung durch die Explosion eines Benzin-Luftgemisches, eine KFZ-Werkstätte eröffnen. Die Weiterentwicklung der Intrinsischen Motivation aus der Drive-Theorie hat nun allerdings oft nichts wesentlich anderes getan als über die Unzulänglichkeit solcher Kurzfassungen auch gleich die Unzulänglichkeit der ihnen zugrundegelegten Theorie zu erweisen. Dies zu untersuchen, und auch die Gründe auszumachen, warum es in den Sozialwissenschaften jederzeit möglich ist, sich durch bloßes Räsonieren um die Anerkennung und Ausschöpfung von Ansätzen und Ausarbeitungen herumzudrücken, ist ein eigenes Kapitel (in dem auch B.F. Skinner sicherlich seine Beiträge zu machen hätte). Hier soll demgegenüber nur ein Weg aufgezeigt werden, der zur Intrinsischen Motivation geführt hat, mag er mit guten oder schlechten Argumenten gegangen worden sein. Was die sachliche Berechtigung betrifft, eine "Intrinsische" anzunehmen, darüber wird später zu reden sein.)

Nun war die Entwicklung der Drive-Theorie ausgegangen von Befunden aus Lernexperimenten, die vor allem an Tieren, und überwiegend an den Problemkreisen Hunger, Durst und Sex gemacht worden waren. Es kann darum nicht verwundern, daß die Erfahrungen mit Neugier und Manipulationsverhalten, wie sie etwa Köhler mit Primaten gemacht hat, bald den Ruf nach einer Modifikation der Drive-Theorie laut werden ließen. Es bestand nämlich, aus den Neugierexperimenten, die Tatsache, daß bloße sensorische Reize als Verstärker anzusehen sein können: Die Affen, mit denen sehr bald vielfältige Untersuchungen vorgenommen wurden, lernten Schloßpuzzles lösen und allerlei sonstiges Verhalten für einen Blick in den Spiegel oder einen Blick aus dem Fenster als Verstärker.

Robert W. White zog, meines Wissens als erster, aus dieser Situation Nutzen für den Begriff der Intrinsischen

Motivation. Neugierverhalten und Manipulationsverhalten, so sagte er, erfordert eine Erweiterung der Drive-Theorie, weil sie mit dieser Theorie nicht zu erklären sind. Sollte man doch versuchen, Neugier mit einem passenden Trieb (etwa dem "Neugiertrieb") zu erklären, so wäre das eine so gewaltige Ausweitung des klassischen Drive-Begriffes, daß man von einer neuen Theorie sprechen müßte. Für diese Auffassung führt er drei Argumente an:

Einmal hat die Neugier keine Beziehung zu physiologischen Größen außerhalb des Nervensystems, wie sie etwa der Hunger im Blutzuckerspiegel, der Sex im Hormonspiegel etc. hat.

Zum anderen hat Neugierverhalten keine "consummatory response", also keine typische Verhaltensweise, wie sie für den Hunger das Fressen, für den Sex die Kopulation, für den Durst das Trinken ist.

Und schließlich müßte, da ja nach der Drive-Theorie durch die Reduktion einer Bedürfnisspannung verstärkt wird, Neugier durch schon bekannte Wahrnehmungen mehr verstärkt werden als durch neue. Daraus, daß diese Annahme der Drive-Theorie, wie White sie sieht, nun aber im Widerspruch mit den Tatsachen steht, nach denen Neugier für unbekannte Objekte größer ist als für bekannte, folgert White, daß Neugier nicht durch "need-reduction" verstärkt wird, was wieder über die Drive-Theorie hinausführen würde.

Mögen diese Argumente nun triftig sein oder nicht - White erkennt daraus jedenfalls den Trend der behavioristischen Psychologie, der sich in seiner Analyse auch bei der Entwicklung der Psychoanalyse aufweisen läßt: Daß nämlich die Interaktion Organismus- Umwelt, soweit sie die Informationsseite betrifft, also die Aufnahme und Verarbeitung von Informationen aus der Umwelt, als ein eigener Komplex der Psychologie, und vor allem der Motivationspsychologie, zu betrachten ist. White gibt dem Komplex auch einen Namen: Die Fähigkeit zur Informationsinteraktion Organismus-Umwelt nennt er "competence", die zugehörige Motiva-

tion die "effectance-motivation": "I consider it necessary to treat competence as having a motivational aspect, and my central argument will be that the motivation needed to attain competence cannot be wholly derived from sources of energy currently conceptualized as drives or instincts." (WHITE 1959, 297)

Besonders viel hat White damit nicht ausgesagt; vor allem fehlte ihm das Material, um seine Aussagen zu konkretisieren und in eine Theorie zu fassen. Doch bereits ein Jahr später kam Daniel E. Berlyne mit seinem Buch "Conflict, arousal, and curiosity" (1960) heraus, das sich der Erforschung des Neugierverhaltens, der intrinsischen Motivation ausführlich gewidmet hat.

Berlyne verfolgt das Problem in zwei Strängen: der eine ist das physiologische Korrelat der Neugier; in diesem Zusammenhang diskutiert Berlyne (vor allem auch in Berlyne 1967) Probleme, die mit dem retikulären Aktivationszentrum (RAS), dem Cortex und Hypothalamus sowie dem limbischen System des Zentralnervensystems zusammenhängen; im zweiten Strang, der hier eher von Interesse ist, versucht er, sich einen Überblick darüber zu verschaffen, welche Faktoren denn nun für die Aktivierung der kognitiven Verarbeitung, für Neugierverhalten verantwortlich sein könnten. Dabei geht er davon aus, daß die Motivation auf der allgemeinen, sozusagen "energetisierenden" Seite für die kognitiven und perzeptiven Verhaltensweisen (wie Neugier, Manipulation) nicht auf der Grundlage der biologisch primären Bedürfnisse gefaßt werden kann, sondern in der Informationsqualität der Reize selbst liegen muß. Diese Qualität nennt Berlyne "kollativ" und nimmt an, daß durch eben die kollativen Eigenschaften eines Reizes Neugier etc. ausgelöst wird. Die vier "kollativen" Eigenschaften eines Signals können, nach Berlyne, "Zweideutigkeit", "Ununterscheidbarkeit", "Neuheit" und "Komplexität" sein. Alle vier passen jedoch leicht (worauf auch MITTENBERGER 1965, S. 253) hinweist, in eine Kategorie,

nämlich die, daß ein Reiz für einen Organismus ein kognitives Problem darstellt, sei es dadurch, daß er nicht genau bestimmt werden kann (wie bei "zweideutig" und "ununterscheidbar"), oder dadurch, daß der Organismus nicht genau weiß, was er damit anfangen soll (wie im Fall von "neu" und "komplex") (vgl. dazu BERLYNE 1966, S. 246). Und damit kann auch schon die Hauptdeterminante der intrinsischen Motivation festgemacht werden: "Intrinsic motivation depends primarily on the collative properties of the external environment." (BERLYNE 1966, S. 253)

Berlynes Arbeiten sind nun in mehrfacher Hinsicht von Bedeutung: einmal hat er, vor allem in den physiologischen Untersuchungen versucht, die Ansätze der Drive-Theorie auch für die Komplexe kognitiver Motivation durchzuführen. (So hat er etwa das Reinforcement, also die Verstärkung, die bei der Neugier auftritt, durch den Level des "arousal", zunächst verstanden als RAS-Aktivierung, später als multidimensionale physiologische Größe, in die sowohl zentralnervöse als auch hormonelle Variablen eingehen, zu fassen versucht, also Verstärkung im Sinne der "need-reduction" auf eine Veränderung des "arousal"-levels zurückzuführen, die durch den Umgang mit Informationen zustande kommt.) Zum anderen hat er versucht (und ist in diesem Punkte mit großer Dankbarkeit rezipiert worden), handgreifliche Konsequenzen aus seinen Forschungen zu ziehen und mit Untersuchungen zu untermauern, die darauf hinauslaufen, daß es möglich ist, eine Person zum Lernen zu motivieren, indem man ihr ein Problem nahebringt, sie also in einen kognitiven Konflikt stürzt.

Für den Begriff der Intrinsischen Motivation ist Berlyne insoferne von Bedeutung, als er den Blick gelenkt hat auf die Informationsqualität, die eine Umwelt für einen Organismus besitzen kann, und daß sich im Umgang eines Organismus mit der Umwelt durchaus eigenständige Vorgänge abspielen, die sich auch eigenständig untersuchen lassen. Vor allem dem Punkt, daß Eigenschaften von Stimuli,

die sich informationstheoretisch fassen lassen, als Motivationsfaktoren in kognitiven Prozessen in Frage kommen, muß Aufmerksamkeit gewidmet werden: Überraschende, unklare, neue Informationen führen zu Neugierverhalten, unabhängig davon, welcher Art die Informationen sind, um welche Inhalte es sich handelt (und gerade diese Inhaltsunabhängigkeit der Stimuli unterscheidet die kognitiv relevanten Stimuli von denen, die für andere Motivationskomplexe, wie etwa den Hunger, relevant sind)..

Die nächste wichtige Veröffentlichung nach Berlyne 1960 brachte John McV. Hunt auf dem Nebraska Symposium on Motivation: "Intrinsische Motivation and Its Role in Psychological Development" (1965)

Er unterscheidet sich von Berlyne vor allem darin, daß er, wie schon White, mit der Drive-Theorie nicht zimperlich umgeht und sie zunächst einmal verwirft für die Erklärung der Motivation kognitiver Prozesse. Desto beredter preist er die Intrinsische Motivation an als "inherent in the organisms informational interaction with circumstances through the distance receptors and in its intentional, goal-anticipating actions." (1965, S. 197) Das Grundmodell, nach dem er die Intrinsische Motivation behandelt sehen will, ist das der Inkongruenz. Pate steht dabei das TOTE-Modell von Miller, Galanter & Pribram (1960), Hauptangelpunkt ist, daß ein einlaufender Input genau dann Aktivität auslöst, wenn er zu einer kognitiven Repräsentation, abstrakter gesagt, einem Sollwert, inkongruent ist; und daß diese Aktivität genau so lange beibehalten wird, bis Kongruenz zwischen Input und Sollwert erreicht ist. Abgesehen vom neuen sprachlichen Gewand, der Regeltechnik entlehnt, bringt dies noch nichts neues gegenüber Berlyne: auch die Tatsache, daß ein Stimulus für einen Organismus ein kognitives Problem darstellt (daß er, im strengen Sinne des Begriffs, eine "Information" ist), zeigt eine Inkongruenz eines Inputs mit einer kognitiven Repräsentation an. Neu bei Hunt ist dagegen die

Annahme eines optimalen Levels dieser Inkongruenz: Denn Inkongruenz führt nicht immer Zuwendung und Neugier herbei, sondern oft auch Ablehnung und Abblocken des Inputs. Und deshalb versucht er, die Punkte anzugeben, die für Zuwendung und Abwendung von einem Input entscheidend sind, und findet diesen Punkt in der Hypothese des "optimum level of incongruity": "... there must be an optimum level of incongruity, another kind of standard, which, at any given time, divides attraction from repulsion" (1965, S. 216). Ein Stimulus muß also schon inkongruent sein, soll er zu intrinsischer Motivation führen, aber er darf nicht zu inkongruent sein, sonst tritt Abwendung statt Zuwendung ein. Hunt zitiert für diese Auffassung als Hauptzeugen die Theorie des Adaptationslevels, die von D.O. Hebb entwickelt wurde; die kann jedoch nicht darüber hinwegtrösten, daß Hunt keine Kriterien geben kann, wie denn der Kongruenz/Inkongruenzwert eines Stimulus festgestellt werden kann, und wie man herausbekommt, was für einzelne Organismen der "optimum level of incongruity" jeweils ist. Dabei mag eine wichtige Rolle spielen, daß Hunt sich, etwas irregeleitet durch das informationstheoretische Vokabular, das Miller et al. zur Verfügung stellen, nie ganz klar darüber wird, was es denn heißt, einem Stimulus oder Signal die Eigenschaft der Kongruenz zuzuschreiben: ähnlich wie auch Berlyne mit den "kollativen Eigenschaften" eines Signals leicht dazu tendiert, dies als Eigenschaft einer Umweltgegebenheit aufzufassen, so ist auch Hunt in der Gefahr zu unterschlagen, daß die Kongruenz/Inkongruenz eines Inputs sich aus zwei Variablen ergibt, aus einer objektiven, nämlich dem Input, und einer subjektiven (im TOTE-Modell der Testgröße, in Berlynes Modell der kognitiven, semantischen Organisation im Organismus).

Es ist, n.m.M., das Verdienst von J.B. Biggs, mit aller Klarheit dargestellt zu haben, daß eine intrinsische Motivation nicht hinreichend gefaßt werden kann, ohne auf

die kognitive Organisation der Subjekte zu reflektieren. Biggs' Darstellung eines Modells der intrinsischen Motivation, wie er sie in seinem Artikel "Coding and Cognitive Behaviour" gibt (1969), ist zwar sehr abstrakt und eher zu verstehen als eine Ausfaltung des Begriffes "coding" denn als eine empirisch gesicherte Theorie, aber sie entlarvt es mühelos als eine schöne Illusion zu glauben Signale hätten intrinsisch motivierende Eigenschaften von Natur aus: nur im Zusammenspiel des Inputs mit den kognitiven Repräsentationen eines Organismus kann über kollative oder Kongruenzeigenschaften eines Signales entschieden werden. Oder: Keine Umweltinformation der Welt kann eine kollative Eigenschaft haben ohne einen Organismus, in dessen Gedächtnis sie eingeht. Dies mag nun äußerst trivial klingen; denkt man jedoch daran, daß die begeisterten Anwender der durch Berlyne und Hunt favorisierten Inkongruenzmotivierung mit einem geschickten Entrée ganze Schulklassen für Unterrichtseinheiten gleichmäßig zu motivieren imstande sind (oder das wenigstens vorgeben), dann mag man ermessen, wie wichtig dieser Hinweis ist, daß intrinsische Motivation von einem Verhältnis zweier Variablen, einer objektiven und einer subjektiven, abhängt, und daß jede Motivierung durch Inkongruenz im Trüben fischt, solange sie nicht die kognitiven Voraussetzungen der Subjekte ins Auge faßt.

2. Wie ein Modell der intrinsischen Motivation aussehen könnte.

Ausgangspunkt soll die gemeinsame Entdeckung der bisher erwähnten Autoren sein, daß, über Hull's "Drive-Theorie" hinausgehend, der Prozeß der Informationsverarbeitung im ZNS des Menschen ins Auge gefaßt werden muß, und daß in diesem System der Informationsverarbeitung die "intrinsische Motivation" anzusiedeln ist.

Dabei soll, ohne weiter zu argumentieren, unterstellt sein, daß die Informationsinteraktion von Subjekten mit ihrer Umwelt ein sinnvoller Teilbereich (Gegenstandsbe-
reich) einer Untersuchung sein kann, zu dem eine geson-
derte Theorie möglich ist. Dieser Bereich möge der Be-
reich der "kognitiven Aktivität" heißen. Dazu gehören
Verhaltensweisen wie: das Lösen logischer oder mathema-
tischer Probleme; das Auswendiglernen sinnloser Silben;
in der Stoßzeit, wenn man mit dem Auto heimfahren muß,
den kürzesten, oder schnellsten, oder angenehmsten Weg
auszuwählen, ehe man startet; Anweisungen zu verstehen;
in einer Diskussion sinnvolle Äußerungen im Kopf vorzu-
bereiten; Sprache zu benützen (aber ohne auf das Problem
der Artikulation zu achten); eine politische Meinung ha-
ben, usw. Kognitive Aktivität sei damit exemplarisch ein-
geführt, und kann eine weitere Eingrenzung durch die Aus-
sage erfahren, daß kognitive Aktivität alles das sei,
was sich im ZNS abspielt.

Die bisherigen Aussagen zur intrinsischen Motivation
lassen sich nun dahingehend verstehen, daß sie die Frage
klären wollen, durch welche Faktoren denn kognitive Pro-
zesse eingeleitet und am Laufen gehalten werden, welche
Variablen oder Vorkommnisse also dafür verantwortlich
sind, daß eine bestimmte Aktivität ausgeführt wird und
wieder aufhört.

Ebenfalls ohne das zu argumentieren soll daraus die
Prozedur der Arbeit dahingehend festgelegt werden, daß
der Begriff der "intrinsischen Motivation" innerhalb
einer Theorie der kognitiven Aktivität definiert werden
soll. (Das bedeutet, daß der Begriff der "Motivation" und
damit auch der der "intrinsischen" ein theoretischer Be-
griff, und daher auch in einer Theorie zu definieren ist;
und daß diese Theorie am ehesten eine Theorie der kogni-
tiven Aktivität sein muß, weil sich der Begriff der in-
trinsischen Motivation auf solche Aktivitäten bezieht und
hier zur Debatte steht.

Der nächste Schritt muß es also sein, eine Theorie zu erstellen, die kognitive Aktivitäten aller Arten zu beschreiben im Stande ist, um dann, wenn das geschehen ist, den Begriff der intrinsischen Motivation in dieser Theorie bestimmen zu können. (Dies mag als ein Umweg erscheinen; aber, vorgreifend auf Kap. IV,3 kann behauptet werden, daß Theorien der intrinsischen Motivation, die diesen Umweg gescheut haben, allesamt die intrinsische Motivation nur durch verschiedene normative, also empirisch nicht zu rechtfertigende Unterscheidungen und Festsetzungen in ihren Definitionen bestimmen konnten.)

II. EIN MODELL DER KOGNITIVEN AKTIVITÄT - VORKLÄRUNGEN

1. Ziele der Untersuchung

Die angestellte Untersuchung hat zum Ziel, ein Modell (eine Theorie) der kognitiven Aktivität eines Menschen zu erstellen.

Diese Theorie soll empirisch sein in dem Sinne, daß sie über einer Anzahl empirischer Sätze, zumeist aus Experimenten, konstruiert wird; und zwar so, daß die empirischen Sätze eine Teilinterpretation der Theorie darstellen. Die Theorie ist zu verstehen als ein Modell, das in der Lage ist, unter anderem die in den empirischen Sätzen beschriebenen Resultate hervorzubringen. Es soll also in dieser Theorie nicht behauptet werden, die Wirklichkeit im Kopfe eines Menschen sei so, sondern sie soll lediglich in der Lage sein, zumindest die in den Experimenten beschriebenen Sachverhalte zu simulieren.

Salopp gesprochen: Die angebotene Theorie, die aus verschiedenen Variablen bestehen wird, welche in bestimmter Weise interagieren, wird keine Hinweise für Neurophysiologen enthalten, was es im ZNS noch alles zu entdecken gibt; eher ist sie so zu verstehen, daß, falls die Theorie gut ist (was ich hoffe) und die Variablen hinreichend spezifiziert werden können (was noch lange dauern würde), diese Theorie in einem Rechner bei gegebenen Inputs die Resultate der Experimente hervorbringen können müßte, und noch einige andere dazu, wenn man sie in geeignete Programme übersetzt. Daß natürlich zu einer solchen realen Simulation weit und breit kein Weg führt, weiß jeder, der sich schon einmal mit solchen Simulationen befaßt hat (siehe etwa PAIGE/SIMON 1966 und NEWELL/SIMON 1972) oder die Probleme der Linguistik kennt (da man ohne eine Theo-

rie der Sprache mit der Simulation wohl nicht zu Schuß kommen würde, weil sie ein zu wichtiger Ordnungsfaktor der Kognition ist (vgl. dazu etwa GARVIN 1970)); es sind diese Überlegungen auch eher dazu da zu erklären, was unter einem "Simulationsmodell" zu verstehen ist. Noch einmal anders gewendet: was hier unter "Simulationsmodell" geführt wird, ist genau das durch Exponenten der analytischen Wissenschaftstheorie formulierte Konzept der Theorienbildung (vgl. STEGMÜLLER 1970, bes. Bd. II, Kp. 5). Da diese Arbeit sich auf dieses Konzept einlassen will, werden folgende Schritte ausgeführt werden:

Die Gestalt der Theorie, ihre Variablen und deren Interaktion soll an einigen ausgewählten Experimenten gewonnen werden. Dabei dienen diese Experimente lediglich dazu, einen bestimmten Schritt zu motivieren, haben also eine heuristische Funktion. Die präzise Fassung der Theorie geschieht sodann durch Definition der Variablen und durch ihre logische Verknüpfung; ob die so erhaltene Theorie auch empirisch triftig ist, kann man, daran anschließend, daran erkennen, ob durch geeignete empirische Interpretation (die natürlich eine bloß partielle sein kann) der Variablen eine Beschreibung aller Resultate des experimentellen Corpus möglich ist. Darüber hinausgehend soll diese Theorie natürlich brauchbar sein, dh. anwendbar auf Prozesse, die nicht in den Experimenten vorkommen. Dies wird man daran erkennen können, ob sie sich auf einige schulische Situationen dergestalt applizieren läßt, daß die in der Theorie andeutbaren Resultate und die daraus zu gewinnenden Verhaltensanweisungen sich als wahrscheinlich und plausibel darstellen, oder sich gar bestätigen lassen könnten.

2. Einige Bemerkungen zur empirischen Basis.

Die empirische Basis dieser Arbeit besteht zum überwiegenden Teil aus Experimenten, die im amerikanischen Raum zwischen etwa 1955 und 1972 durchgeführt wurden.

Sie enthalten aus Gründen der externen Validität nur Experimente mit menschlichen Subjekten.

Die Benützung der Experimente in dieser Arbeit ist naiv. Das bedeutet, daß eine Menge der Informationen, die die Experimentbeschreibungen enthalten, nicht berücksichtigt wurde, weil ihre Relevanz in keiner Weise abzuschätzen ist.

Etwa: Die Information, es habe sich bei den Versuchspersonen um "Undergraduates" gehandelt, spielt bei der Betrachtung der Resultate des Experiments keine Rolle, weil nicht abzusehen ist, inwieweit dieser Tatbestand das experimentelle Ergebnis hätte beeinflussen können.

Oder: Es sind mehrere Experimente aufgenommen, in denen detailliert, bis hin zu den Typen der verwendeten Tonbandgeräte, der Aufbau eines "2-ear -2-message- shadow-task", dh. einer Aufgabe, in der die Subjekte über Kopfhörer in jedes Ohr eine andere Nachricht bekommen, von denen sie eine mitzusprechen haben, geschildert wird; in diesen Experimenten wurden alle Informationen der Apparatur unterschlagen, abgesehen vom Typ der Untersuchung; ähnliche Unterschlagungen waren auch nötig, wenn durch eine ausführliche Instruktion die Ss dazu gebracht werden sollten, die Stimme eines Vortragenden in "pleasant/unpleasant" einzuschätzen.

In dem Sinne, daß es nicht möglich war, diese Informationen aufzulösen, ist die Benutzung der Experimente naiv; jedoch in dem Glauben naiv, daß eine Berücksichtigung der genannten und ähnlicher Informationen keinen wesentlichen Einfluß auf das Ergebnis hat.

Das bedeutet, daß die Experimentalbeschreibungen wesentliche und unwesentliche Momente enthalten; daß es

möglich ist, diese voneinander zu trennen; und daß die Abtrennung der unwesentlichen von den wesentlichen keinen entscheidenden Einfluß auf den experimentell erzielten Effekt hätte.

(Dies kann natürlich auch täuschen, wie etwa die Experimente zeigen, die sich mit dem Effekt des "ready"-Signals auf das Resultat von Augenzwinker-Konditionierungen befassen (vgl. dazu etwa BOLLES 1967, S. 297f). Trotzdem soll hier in der guten Hoffnung so verfahren werden, bestimmte Informationen als unwesentlich zu betrachten, daß sich in die vielen recht unterschiedlichen Experimente keine systematischen Fehler eingeschlichen haben.)

Die Experimente wurden in dem oben geschilderten Glauben an die Möglichkeit, das "Wesentliche" zu extrahieren, in einige wenige Sätze zusammengefaßt, die die Versuchsbedingung, die freie Variable und den Effekt schildern, zum Beispiel: "Läßt man Ss Listen von Wörtern lernen, so lernen sie bedeutungsvolle besser als bedeutungslose; bei 2 sec Pause zwischen den Durchgängen schlechter als bei 4 sec; Anfang und Ende der Liste werden schneller gelernt als die Mitte."

Diese Zusammenfassungen der Experimente dienten als Grundlage für die Konstruktion der Theorie in dem oben geschilderten Sinn.

Ferner ist zu erwähnen, daß die Experimentellen Sätze nicht als Allsätze aufgefaßt wurden. Dh.: Es war zu keinem Punkt die Frage, ob die gezogene Population der Experimente repräsentativ war; für die Theorie genügte es, sich daran zu erinnern, daß, wenn dieser oder jener Effekt möglich war, und er auch intuitiv möglich erscheint, das Modell die Möglichkeit bieten muß, diesen Effekt zu simulieren. Insgesamt ist alles Gesagte und die daraus resultierende "naive" Verwendung des experimentellen Materials ein schlichter Tribut an die vorliegende Situation auf dem experimentellen Sektor und an die begrenzte Verfügung über Zeit und Aufwand, der diese Arbeit unterliegt.

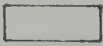
3. Einige Bemerkungen zur Bildung der Theorie - über Blockschaltbilder

Die empirischen Sätze haben für die Theorie zweierlei Funktionen: eine wesentliche und eine unwesentliche. Die unwesentliche ist die, die Einführung bestimmter theoretischer Begriffe und Variablenbeziehungen zu motivieren; die empirischen Sätze erfüllen hier gewissermaßen eine heuristische Funktion, die nicht in die Rechtfertigung und Kohärenz der Theorie eingreifen darf; denn die theoretischen Begriffe sind für sich selbst zu definieren. Zum zweiten haben die empirischen Sätze aber eine wichtige Funktion, und das ist eine wesentliche, nämlich die der teilweisen Überprüfung der Theorie. Da die theoretischen Begriffe wenigstens teilweise empirisch gedeutet werden müssen, kommt den Sätzen die Funktion zu, zu überprüfen, ob sich durch eine teilweise Deutung im Modell die Prozesse, die sie beschreiben, darstellen lassen.

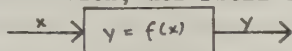
Daraus erhellt, daß die Entwicklung der Theorie einen in gewisser Weise eigengesteuerten Gang nehmen kann, der von Fall zu Fall durch Hinweise auf die Deutungsmöglichkeiten motiviert werden soll.

Die Theorie selbst wird sich darin erschöpfen, theoretische Begriffe als Variablen einzuführen, und die Verknüpfungen dieser Variablen anzugeben. Dabei soll auf ein bestimmtes Verfahren der Darstellung Bezug genommen werden, das die Darstellung der Theorie übersichtlicher macht: das Verfahren des Blockschaltbildes.

Dieses Verfahren geht zurück auf Ansätze der Verwendung systemanalytischer Kybernetik in der Psychologie, wie es Bischof (1966) und Gottwald (1971) benutzt haben.

In der kybernetischen Darstellung sind zunächst zwei Graphen zulässig: der Block  und der Pfeil " $\rightarrow$ ". Der Block steht für eine Beziehung

von Variablen, der Pfeil für eine Variable.



bedeutet also, daß die Variablen "x" und "y" in der Beziehung "y=f(x)" stehen. Ein Pfeil kann in einen Block hineinführen, oder aus einem Block heraus.

Pfeile, die in Blöcke führen, mögen "Input" heißen bezüglich dieses Blocks, Pfeile, die aus Blöcken herausführen "Output" bezüglich dieses Blocks.

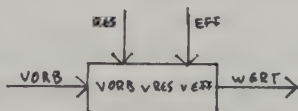
Ein Bild aus mehreren Blöcken und Pfeilen heiße ein "Wirkungsgefüge".

Ein Block mit nur einem Output heiße "expliziter Block", ein Block mit zwei oder mehr Outputs heiße "impliziter Block".

Enthält ein Wirkungsgefüge nur explizite Blöcke, so heiße es "explizites Wirkungsgefüge", sonst "implizites Wirkungsgefüge".

Ein expliziter Block realisiert stets eine logische Implikation zwischen seinen Eingangsvariablen und den Ausgangsvariablen; die Beziehungen der Eingangsvariablen untereinander werden in den Block hineingeschrieben.

Die Ausgangsvariable, durch (a, b n) $\rightarrow$ m gegeben, entfällt in der Darstellung. (Dies ist, entgegen der üblichen Praxis, in der stets die gesamte Beziehung in den Block geschrieben wird, eine Vereinfachung für dieses Modell, die deshalb möglich ist, weil keine anderen Beziehungen als Implikationen angestrebt werden.) Es bedeutet also das folgende Bild



den folgenden Satz:

$$VORB \vee RES \vee EFF \rightarrow WERT$$

oder, auf deutsch (und an diese Sätze möge man sich beim

Lesen und Interpretieren der Blockschaltbilder halten):
 "Wenn sich die Variablen MODELL VORBEREITUNG oder
 RESULTAT oder EFFIZIENZABSCHÄTZUNG ändern, dann än-
 dert sich auch die Variable WERT"

oder:

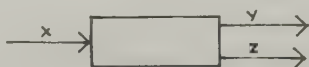
"Die Variable WERT hängt von MODELL VORBEREITUNG, RESUL-
 TAT oder EFFIZIENZABSCHÄTZUNG ab."

oder:

"Die Variablen MODELL VORBEREITUNG oder RESULTAT oder
 EFFIZIENZABSCHÄTZUNG steuern WERT."

Implizite Blöcke stellen Blöcke dar, bei denen die
 logische Beziehung zwischen Eingangs- und Ausgangsvari-
 ablen nicht definiert ist.

Betrachten wir kurz den folgenden Fall: "x" sei ein
 freier Eingang, ein Input. Als abhängige Variable beob-
 achten wir "y" und "z", und stellen das in folgendem
 Bild dar:



Wir können dann, für alle möglichen Implikationen von
 x, y und z, folgende expliziten Wirkungsgefüge erhalten,
 in denen "x" sowohl auf "y" wie auch auf "z" wirkt:

$\neg(x \rightarrow y)$ $(x \rightarrow z)$				
		KETTE		KREIS
$(x \rightarrow y)$ $\neg(x \rightarrow z)$				
			KETTE	KREIS
$(x \rightarrow y)$ $(x \rightarrow z)$				
	GABEL	MASCHEN	MASCHEN	KREISMASCHEN
	$\neg(y \rightarrow z)$ $\neg(z \rightarrow y)$	$\neg(y \rightarrow z)$ $(z \rightarrow y)$	$(y \rightarrow z)$ $\neg(z \rightarrow y)$	$(y \rightarrow z)$ $(z \rightarrow y)$

Wenn wir also tatsächlich Wirkungen von "x" auf "y" und "z" feststellen, stehen uns für ein implizites Wirkungsgefüge mit 2 Ausgängen bereits 5 explizite Wirkungsgefüge zur Verfügung, in denen alle drei Variablen vorkommen, nämlich, nach einer Nomenklatur von Bischof (zitiert von GOTTWALD 1970, S. 70) der Kreis, die Gabel, die Masche, die Kette und die Kreismasche. Dies rechtfertigt, implizite Blöcke als undefiniert hinsichtlich ihrer Variablenbeziehungen zu betrachten und nach expliziten Wirkungsgefügen zu streben, um Unklarheiten auszuschließen.

Nachdem nun der logische Status der Blöcke in den Blockschaltbildern hinreichend geklärt ist, wenden wir uns den Variablen zu. Und dazu muß ein bißchen weiter ausgeholt werden, da sie ja die eigentliche inhaltliche Last der Theorie zu tragen haben.

Stegmüller (1970) gibt einige gute Argumente dafür, daß es oftmals notwendig ist, beim Bilden von Erklärungen oder Theorien darauf zu verzichten, für die darin verwendeten Begriffe zu fordern, daß sie durch Begriffe der Beobachtung definiert werden können. Stattdessen können die in Theorien verwendeten Begriffe als "theoretische Begriffe" ausgezeichnet werden. Das bedeutet, daß sie nicht unmittelbar über Beobachtbares aussagen, sondern vielmehr in einem gegenüber der Beobachtung (logisch) selbständigen Kalkül definiert und durch Teilinterpretationen auf die Beobachtungen (in unserem Fall also die Experimente) bezogen werden. Dieses Programm soll in der vorliegenden Arbeit so gut als möglich eingehalten werden. (Die theoretische Begründung dafür möge bei Stegmüller studiert werden; eine kurze Auseinandersetzung, bezogen auf das hier bearbeitete Thema "Motivation", mit Ansätzen, die nicht diesem Programm verpflichtet sind, kann man in Teil II, Kap. 4 nachlesen.) Nun können wir zu den Blockschaltbildern zurückkommen: Die Variablen in den Blockschaltbildern sind die theore-

tischen Begriffe (also solche Begriffe, die nicht vollständig empirisch definierbar sind, was aber nicht bedeutet, daß kein Weg von der Beobachtung zu diesen Begriffen führt). Der Begriff "Variable" deutet an, daß diese theoretischen Begriffe Platzhalterfunktionen für andere Begriffe (zum Teil sicher ebenfalls theoretische) haben, die man als die Inhalte der Variablen bezeichnen könnte.

Nehmen wir an, wir führen eine Variable ein, die "Transformation" heißt. Dann heißt diese Platzhalterfunktion, einmal etwas technisch gesprochen, daß hier eine Variable vorliegt, die mehrere "Programme" von, sagen wir, linearen Transformationen enthält, also etwa für den Input "x" die Transformationen " $2x$ ", " $x-3$ ", " $4x+2$ " etc.. Die Variable bezeichnet also hier eine ganze Klasse von Umformungen eines Inputs in einen anderen, die wir zu der Klasse der linearen Transformationen zusammengefaßt und "Transformation" genannt haben, weil alle diese Programme die Charakteristik aufweisen, lineare Transformationen zu sein.

Wir wollen nun die verschiedenen Programme, die in einer Variablen vereinigt sind, ihre "Inhalte" oder "Instanzen" nennen. Für die Modellierung der verschiedenen Experimente müssen nun natürlich jeweils bestimmte Instanzen der Variablen verwirklicht werden, damit die jeweils bestimmten Effekte dargestellt werden können. Aus diesen Überlegungen gewinnen wir nun die folgende Definition:

DF: Eine VARIABLE sei eine Klasse von Instanzen, von denen zu einem Zeitpunkt t_0 genau eine realisiert ist.

Auf dem Hintergrund des Gesagten scheint es nun gerechtfertigt, Blockschaltbilder, die nach diesem Programm konstruiert werden, als theoretische Kalküle aufzufassen, die jederzeit in einfache Abfolgen von Sätzen übergeführt werden können. Die Benutzung von Blockschalt-

bildern bringt in dieser Interpretation also keinen logischen oder theoretischen Vorteil gegenüber klassischen logischen Darstellungen. Die Wahl gerade dieser Art der Darstellung kann aber gerechtfertigt werden durch den Wunsch, die Theorie so übersichtlich wie möglich darzustellen. Behauptungen sollen unmittelbar erkennbar, Zusammenhänge von Behauptungen anschaulich und deutlich sein; und doch darf dies keine Einbuße an Präzision bedeuten, es darf nicht die Verstehbarkeit der Theorie durch schlammige Aussagen und Verfahren, durch das Heranschmarotzen an Vorurteile und Plausibilitäten erkaufte werden. Die Hoffnung bei der Verwendung der Blockschaltbilder ist also, trotz guter Präzision des Verfahrens nicht auf eine gute Lesbarkeit der Theorie verzichten zu müssen.

III. EIN MODELL KOGNITIVER AKTIVITÄT - AUSFÜHRUNG

In Teil I,9 war der Blick gelenkt worden auf das Problem der Informationsinteraktion von menschlichen Subjekten mit ihrer Umwelt, also darauf, daß sie sprechen, wahrnehmen, denken, handeln etc., und daß man allen diesen Prozessen (völlig zu Recht, wie die Erforschung von Hirnschädigungen, etwa bei LURIA 1966 zeigt), unterstellt, daß sie mit zentralnervösen Vorgängen zusammenhängen. Diese Informationsinteraktion wurde nun abgetrennt von der Bewegung von Muskeln, wie sie etwa beim Schauen, Sprechen, Greifen etc. impliziert ist, und beschränkt auf Vorgänge, die sich im Zentralnervensystem (ZNS) abspielen; diese Einnengung hat es uns ermöglicht, von "kognitiver Aktivität" zu sprechen.

In diesem Bereich ist also nun das folgende Modell zu entfalten. Dabei werden die Arbeiten in zwei großen Schritten ablaufen: Der erste Schritt entfaltet das "Input-Identifikations-Modell", kurz auch I.I.-Modell genannt; der zweite Schritt entfaltet das "Informations-Verarbeitungs-Modell". Dabei kann fürs erste unter "Informationsverarbeitung" alles das verstanden werden, was herkömmlich "Denken" heißt; später wird dieser Begriff genauer zu fassen sein. Leistungen wie Lernen gehören dazu, Probleme lösen, Schach spielen, Karten lesen und vieles mehr.

Unter "Input-Identifikation" ist dagegen etwa das gemeint, daß Informationen, oder Reize, die die Sinne erreichen (dabei sind die primären Informationsquellen dafür Experimente mit den sog. distalen Reizen, die das ZNS über die Fernsinne Auge und Ohr erreichen), in eine verarbeitungsgerechte Form gebracht werden, also in Informationen umgewandelt werden, mit denen

das ZNS arbeiten kann. Was das genauere Problem ist, wird gleich gesagt werden; warum es günstig erscheint, auf dieses Problem einen eigenen Modellteil zu verwenden, der in sich relativ abgeschlossen funktioniert, das soll im Anschluß an die Entfaltung des Input-Identifikationsmodells, in Punkt 1.4, begründet werden.

1. DAS INPUT-IDENTIFIKATIONS-MODELL (I.I.-Modell)

1.0 Was mit "Input-Identifikation" gemeint ist

Betrachten wir einen einfachen Fall:

Jemand geht auf der Straße, ein Bekannter ruft ihn bei seinem Namen. Die Straße ist belebt, verkehrsreich und laut. Trotzdem hebt er den Kopf und schaut in die Richtung, aus der der Ruf gekommen ist. Er hat also gehört, daß sein Name gerufen wurde, konnte identifizieren, aus welcher Richtung der Ruf kam, und hat entsprechend reagiert.

Stellen wir nun statt dieser Person ein Mikrophon auf. Wenn wir die Ströme, die durch die Geräusche auf der Straße im Mikrophon erzeugt werden, in einem Oszillographen aufzeichnen, so haben wir eine optische Analogie zu den Luftdruckschwankungen, die das Ohr unserer Person erreichen. Damit können wir schon eine erste Abgrenzung der Input-Identifikation vornehmen: ähnlich wie in dem Mikrophon durch die Luftschwankungen ein bestimmtes Muster elektrischer Ströme erzeugt wird, und zwar in verschiedenen Weisen je nach Mikrophon-Bauart, so wird auch in den Sinnen, in unserem Fall dem Gehörsinn, ein bestimmter physikalischer Reiz (etwa elektromagnetische Wellen, Luftdruckschwankungen, chemische Reize etc.) in Nervenimpulse umgewandelt. (Natürlich ist bei dieser Analogie Vorsicht geboten: denn während technische Systeme, wenn sie genügend gut sind, von den Signalen im allgemeinen isomorphe Signalbilder liefern, findet in den Sinnesorganen oft schon eine Informationsverarbeitung statt, noch ehe eine Reizweiterleitung in den Nervenbahnen zum ZNS erfolgt. Doch davon später.) Das technische Problem dieser Umwandlung wird für die Input-Identifikation keine Rolle spielen. Es soll vielmehr als unproblematisch unterstellt sein (dh. im Rahmen der hier

zu erstellenden Theorie nicht beachtet werden), daß es möglich ist, physikalische (resp. chemische) Reize in Nervenimpulse zu codieren.

Was aber nicht unproblematisch ist, und deshalb Gegenstand des Input-Identifikations-Modells sein soll, ist das Problem, auf welche Weise die verschiedenen physikalischen Reize zusammengefaßt, voneinander unterschieden und einander zugeordnet werden. Schaut man sich nämlich die Signalbilder im Oszillographen an, so wird man lediglich ein Gewirr von Schwingungen sehen, das zu einem Teil vom Verkehr, zu einem anderen von einem überfliegenden Flugzeug, zu einem anderen Teil von dem Ausruf des Bekannten kommen mag.

Die Leistung, die nun unter dem Stichwort von der Input-Identifikation von Interesse ist, ist die, daß es unserer Person möglich ist, dieses Gewirr von Schwingungen so zu separieren, daß sie eine 500er BMW, das Fahrgeräusch eines VW, eine Fahrradklingel, eine quietschende Bremse, ein überfliegendes Flugzeug, das Klappern von Schuhen, und den Anruf "Josef!" erkennen kann (und vielleicht noch aus der Artikulation und der Stimme ihren Freund Max).

Etwas ähnliches kann man sich im optischen Bereich vorstellen: Stellt man ein Fernsehbild einmal statt in der üblichen Form (verschieden geschwärzte Punkte an verschiedenen Stellen des Bildschirms) in den drei Parametern "Zeile vertikal", "Zeile horizontal" und "Schwärzung" dar, so ergibt sich wiederum ein völlig verwirrendes Bild von drei Kurven: zwei verschieden schnelle Sägezahnkurven, und eine unregelmäßige Auf- und Abbewegung. Man möge sich nun nicht täuschen: das uns bekannte Fernsehbild ist nichts anderes als eine isomorphe Umformung dieser drei Kurven. Dennoch können wir in den drei Kurven keineswegs den Tagesschausprecher erkennen, im Fernsehbild dagegen sehr wohl. Auch dies ist genau unser Problem der Input-Identifikation: für das Fernsehbild beherrschen wir die Technik, den physikalischen

Reiz in solche Signale umzuwandeln, die für unsere ZNS-Verarbeitung brauchbar sind, für die Drei-Parameter-Darstellung nicht.

Damit könnte intuitiv verständlich sein, daß es sich die Input-Identifikation zum Problem gemacht hat, physikalische Reize in solche Signale zu codieren, mit denen das ZNS arbeiten kann; oder anders gesagt: die Umweltreize zu "Inhalten der Wahrnehmung", zu "Gegenständen", "Wahrnehmungen" zu codieren.

(Das hier erwähnte Problem ist natürlich nicht neu, sondern wird unter dem Stichwort "Erkenntnistheorie" schon lange in den Köpfen von Philosophen gewälzt. Am klarsten gesehen wurde es wohl in der Philosophie des transszendentalen Idealismus, wo es sich stellt als Zweiheit in der Wahrnehmung; nämlich als (sinnliche) Anschauung und als (vernunftmäßig-apriorischer) Begriff, durch deren Miteinander die Erfahrung zustandekommt (vgl. etwa Kant, "Kritik der Reinen Vernunft" 1781, oder J.G. Fichte, "Transzendente Logik" 1812; ähnliche Probleme lassen sich auch bei Husserl finden). Übereinstimmend mit der hier gegebenen Formulierung des Problems war auch für die Transzendentalphilosophie eine wichtige Frage, was bei unserer sinnlichen Wahrnehmung aus den Sinnen (also aus der Welt) und was aus unserem Kopf selbst stammt. Die Art der Behandlung des Problems und die damit gegebene Lösung soll hier nicht Gegenstand der Debatte sein; was aber richtig gesehen wurde, ist, daß eine Wahrnehmung ohne die Mitwirkung (die Philosophen mögen verzeihen) des ZNS nicht zustandekommt, und daß die Input-Identifikation ja gerade das bedeutet, die physikalischen Reize der Außenwelt in solche Inhalte zu codieren, mit denen das ZNS arbeiten kann.)

1.1 Die Input-Identifikation

Wir wollen aus diesen Vorüberlegungen festhalten, daß es das Hauptproblem der Input-Identifikation ist, Sinnes-

reize in solche Signale zu codieren, die dem ZNS bekannt sind, die etwas bedeuten; so daß von den Sinnen im ZNS eine brauchbare Information vorliegt.

Die Informationen, die in die Sinne hineinkommen, müssen also einer Verarbeitung unterworfen werden. Diese Verarbeitung soll in der Theorie mit Hilfe des Abbildungsbegriffes dargestellt werden. Ungenau gesagt ist Input-Identifikation ein Prozess, in welchem die Sinnesreize, oder besser (da ja von der Theorie die Rede ist) die Inputs des informationsverarbeitenden Systems auf die Inhalte eines Speichers abgebildet werden. Inputs werden also mit Elementen eines Speichers verglichen, damit als das und das Bestimmte identifiziert und sind so zu verwertbaren Informationen verarbeitet.

(Eine sehr vage Analogie findet man etwa in den sog. Klarschriftlesern, die im Prinzip (aber auch wirklich nur im Prinzip!) so funktionieren, daß ein gelesenes Zeichen mit einem im Speicher befindlichen Zeichen verglichen, und bei Übereinstimmung in den relevanten Dimensionen als das und das im Speicher befindliche Zeichen identifiziert wird, und dann als solches behandelt wird (das gelesene Zeichen "Bedeutet" also das und das).)

Der hier vage umrissene Prozess bedarf nun einer genauen Fassung.

Dabei ist der erste Schritt, zu sagen, was der "Speicher" sein soll.

Der Speicher enthalte diskrete Elemente (das bedeutet, empirisch gesprochen, daß sich im ZNS bestimmte Konfigurationen chemischer oder elektrischer Art befinden, die als Gedächtnis funktionieren, und die jeweils voneinander unterscheidbar sind); eine Anzahl dieser Elemente sei zu Gruppen zusammengefaßt, über deren Größe und Anzahl keine Aussagen gemacht werden sollen. Der Zusammenhang der Elemente in den Gruppen kann dann definiert werden als die Wahrscheinlichkeit, mit der auf ein bestimmtes Element ein bestimmtes anderes folgt. Dieser Zusammenhang heiße "Folgewahrscheinlichkeit". Die Folgewahrscheinlichkeit

der Elemente kann nun zufällig sein (das heißt, alle Elemente kommen mit der gleichen Wahrscheinlichkeit vor); dann hängt diese Folgewahrscheinlichkeit einzig von der Anzahl der Elemente ab, die in einer Gruppe vorkommen. Die Folgewahrscheinlichkeit kann aber auch für verschiedene Elemente verschieden sein (zum Beispiel ist die Wahrscheinlichkeit, nach einem "c" zu kommen, für ein "h" erheblich größer als für ein "x", wenn es sich um die deutsche Sprache handelt). Eine solche Folgewahrscheinlichkeit möge "bedingte Wahrscheinlichkeit" heißen.

Nun sind wir in der Lage, den Begriff des "Speichers" durch einen präzisen Begriff zu ersetzen, nämlich den des "Repertoires"; und zwar wollen wir zwei Typen von Repertoires unterscheiden: solche, die hinsichtlich der Folgewahrscheinlichkeit ihrer Elemente nicht spezifiziert sind, und solche, welche Elemente bedingter Wahrscheinlichkeit enthalten.

Es möge also gelten:

DF: Instanzen der Variablen REPERTOIRE seien verschiedene Repertoires $R_1 \dots R_n$

Ein REPERTOIRE sei eine Menge von Elementen $e_1 \dots e_n$

Ein GEORDNETES REPERTOIRE oder MODELL sei ein Repertoire R_k , das mindestens ein Element e_k enthält, so daß

- a) Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von e_k davon abhängt, welches Element e_i, e_j aus R_k e_k vorangeht
- b) die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von e_k für ein bestimmtes e_j verschieden ist von der Zufallswahrscheinlichkeit für e_k aufgrund der Anzahl der Elemente in R_k

Das Ziel der Überlegungen zum Input-Identifikationsteil kann erreicht werden, wenn der I.I.-Output die Auswahl eines Elements aus einem Repertoire ist, da, nach einem bestimmten Kriterium, dem sensorischen Input entspricht.

Dieser Output heiße SIGNAL:

DF: Instanzen der Variablen SIGNAL seien Elemente e_m, e_n eines Repertoires R_k in einem Zeitintervall $t_i - t_j$

Aufmerksamkeit muß nun noch dem oben verwendeten Begriff des sensorischen Inputs gewidmet werden:

Bislang war entweder von Sinnen, physikalischen Reizen oder

Sinnesreizen die Rede, solange über die wirklichen Prozesse gesprochen wurde, oder von Inputs des informationsverarbeitenden Systems, wenn über die Theorie gesprochen wurde.

Der Begriff des "sensorischen Inputs" soll nun bedeuten, daß wir zwar einen Begriff der Theorie vor uns haben, daß wir deshalb auch von "Input" sprechen und damit den Eingang des informationsverarbeitenden Systems meinen; daß aber dieser Begriff des Inputs deutbar sein soll unter anderem durch physikalische Sinnesreize, also solche Reize, die unsere Sinnesorgane erreichen und von ihnen adäquat aufgenommen werden können.

Nun gibt es aber zwei wesentliche Argumente, die daran hindern, eine solche Deutung für die Definition dieses Begriffs zu gebrauchen, und die dazu zwingen, ihn als theoretischen Begriff mit teilweiser Deutung zu verwenden: Das erste Argument ist das "Isomorphieproblem" der Codierung physikalischer Ereignisse in Nervenimpulse. Es erschwert außerordentlich zu klären, was denn "Sinnesreize" genau sein sollen.

Das Problem ist nämlich, daß keineswegs sicher ist, in welcher Weise die physikalischen Ereignisse in Nervenimpulse umgeformt werden. Gegenwärtig kann nur vermutet werden, daß bereits diese elementare Codierung nach recht komplexen Regeln geschieht. Es gibt bei Tieren verschiedene klare Beispiele, daß Reizweiterleitungen zum ZNS nur dann zustandekommen, wenn bestimmte Konfigurationen von Neuronen gereizt werden.

So gibt es zB. beim Frosch eine Struktur der Reizübersetzung, die darauf abstellt, daß etwa Grashalme, die sich vor dem Auge bewegen, überhaupt nicht beachtet werden, was exakt bedeutet, daß Grashalme überhaupt nicht zu einem Ansprechen oder "Feuern" im Sehnerv führen. Dagegen gibt es ein Ansprechen des Sehnervs, also eine Meldung ins ZNS, bei derart komplexen Konfigurationen wie "klein-konkav-bewegt sich" oder "groß-konkav-bewegt sich", so daß man schon beinahe davon sprechen kann, daß der Frosch die Universa-

lien "Beute" und "Feind" wahrnimmt. (Vgl. dazu ARBIB 1972, S. 42-48)

Ähnliche Evidenzen nicht-isomorpher Codierung gibt es auch für die Katze. Ob nun beim Menschen ebenfalls solche doch schon recht komplexe innersensorische Reizverarbeitungen stattfinden, darüber gibt es bislang nur Vermutungen (vgl. etwa BISCHOF 1966, S. 335ff; D.M. McKAY 1961).

Wenn dies jedoch der Fall ist, dann können wir nicht genau sagen (solange diese Dinge noch nicht geklärt sind), was unter Sinnesreizen zu verstehen ist, und müssen uns mit einem theoretischen Begriff abfinden, der eben durch den Hinweis auf die physikalischen Reize nur teilweise ausgedeutet ist.

Das zweite Argument ist die Erweiterung der sensorischen Information. Sie erlaubt es uns nicht, unter dem sensorischen Input nur die physikalischen Reize zu verstehen. Es ist ja bekannt, daß in vielen Fällen zur Reizweiterleitung, die sich auf die physikalischen Reize zurückführen läßt, weitere Informationen hinzukommen, die der Identifikation der Inputs zugutekommen. Ein Beispiel dafür sei die von v. Holst/Mittelstaedt entdeckte "Efferenzkopie", ein vom Auge selbst produzierter Reiz, der die Entscheidung darüber erlaubt, ob die Bewegung eines Bildes über die Retina durch die Bewegung des Objektes oder durch die Bewegung des Augapfels selbst hervorgerufen wird (s. BISCHOF 1966, S. 373ff; LORENZ 1965, S. 275). Ähnliche Erweiterungen der Information durch die Sinne selbst gibt es für die Farbkonstanz, die Distraction akustischer Nachrichten (durch die Meldung, von welchem Ohr die Nachricht kommt) usw.

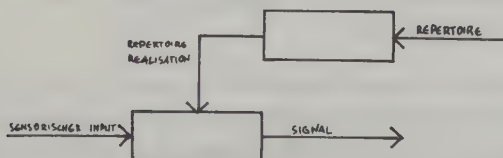
Dies auszuführen ist hier nicht vonnöten; worauf es lediglich ankommt, ist, daß auch solche sinnintern produzierten Informationen in der zu erstellenden Theorie mit unter die "sensorischen Inputs" zu rechnen sind, und daß sie mit zu den Deutungen gehören, die dieser Begriff erfahren kann.

Damit haben wir nun einen Begriffsapparat zur Verfügung, der es erlaubt, ein erstes primitives Modell zu erstellen. Es hat als Input die Variable SENSORISCHER INPUT, als Output die Variable SIGNAL, die als Abbildung des Inputs auf einen Speicherinhalt verstanden werden soll, und als Speicher die Variable REPERTOIRE.

Zusätzlich soll noch beachtet werden, daß ein Repertoire nach der Definition in der Regel mehrere Elemente haben wird, daß aber, ebenfalls in der Regel, ein sensorischer Input nur einem Element aus einem Repertoire zugeordnet werden wird (oder auch mehreren, aber in jedem Fall nicht einem ganzen Repertoire); nun wird ja die Verarbeitung eines Inputs zu einem Signal einen gewissen Zeitraum umfassen, was bedeutet, daß in der Zeit verschiedene Inputs verschiedene Signale ergeben; es ist darum günstig, eine weitere Variable zu definieren, die es uns erlaubt, zu einem bestimmten Zeitpunkt ein bestimmtes Element eines Repertoires auszuwählen, das uns für die Abbildung des sensorischen Inputs zur Verfügung steht. Diese Variable möge REPERTOIRE-REALISATION (oder kurz auch REP.REAL) heißen und sei definiert:

DF: Instanzen der Variablen REPERTOIRE REALISATION seien Elemente e_m, e_n eines Repertoires R_k in einem Zeitintervall $t_i - t_j$

Damit kann nun bereits die erste Zeichnung angefertigt werden:



Dieses Modell besagt nun, daß die Erzeugung eines SIGNALS abhängt vom SENSORISCHEN INPUT zusammen mit der REPERTOIRE REALISATION, die wiederum abhängt vom REPERTOIRE, dem sie entnommen ist.

Dieses Modell reicht natürlich bei weitem nicht hin; beispielsweise hängt das SIGNAL ja davon ab, daß eine geeignete REP.REAL, ja davon, daß überhaupt das richtige REPERTOIRE ausgewählt wird.

Es wird also nötig sein, das Modell schrittweise zu erweitern, bis solche und noch einige andere Probleme gelöst erscheinen.

Begonnen möge werden mit drei Experimenten, die D.E. Berlyne durchgeführt hat:

Exp. 5: Gibt man Ss die Möglichkeit, durch Drücken eines Hebels kurzzeitig Bilder zu sehen, so wird bei ungewohnten Bildern (zB. Hundekopf auf Elefantenkörper) öfter gedrückt als bei gewöhnlichen Bildern. D.E. Berlyne 1957

Exp. 8: Je mehr Details ein Bild hat, desto öfter wird ein Hebel gedrückt, um es zu sehen, ziemlich unabhängig von vorhergehenden Bildern aus derselben Serie. D.E. Berlyne ibid.

Exp. 9: Gegenüber regelmäßigen, weniger Details enthaltenden, gleichmäßige Elemente enthaltenden oder regulären Figuren, Tierbildern oder Bildern werden unregelmäßige Figuren, Figuren mit mehr Details, ungleichen Elementen, bizarren Umrissen, Tierbilder, die aus verschiedenen Tieren, Bilder von Gegenständen, die aus verschiedenen Gegenständen zusammengesetzt sind, von Ss länger fixiert. D.E. Berlyne 1958

Was daraus zunächst ersehen werden kann ist, daß die Erzeugung eines brauchbaren SIGNALS offenbar unter anderem von der Menge an Informationen abhängt, die eine Vorlage enthält. (In allen drei Fällen scheint es ja so zu sein, daß die Redundanz der Bilder, oder ihre Information, die kritische Variable für die unterschiedliche Behandlung durch die Subjekte ist.)

Zusätzlich muß in den Experimenten festgestellt werden, daß die Erlangung eines SIGNALS offenbar mit dem Neben-

effekt verbunden ist, daß die Subjekte Aktivitäten ausführen (sei es das Drücken eines Hebels oder das Bewegen der Augen), die ihnen den sensorischen Input über längere Zeit zur Verfügung stellen.

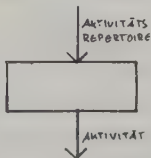
Es gibt also zwei Probleme zu lösen: erstens muß der Einfluß der Informationsmenge auf die SIGNAL-Variable berücksichtigt werden können, und zweitens muß das Problem der Aktivität modelliert werden.

Es soll zunächst das zweite Problem vorweggenommen werden, weil es dem Modell nicht wesentlich ist: die Auswahl und Analyse bestimmter Aktivitäten, ihrer Koordination und die damit verbundenen Probleme sollen nicht Gegenstand der Betrachtung sein. Aktivität soll einfach so behandelt werden, daß gesagt wird: Die Aktivität hängt von den Zielen ab, die erreicht werden sollen, und wird dementsprechend ausgewählt und realisiert.

Es sollen daher die Begriffe, die mit der Aktivität zusammenhängen, lediglich exemplarisch eingeführt werden:

Ein AKTIVITÄTS-REPERTOIRE (ACT.REP) sei ein Repertoire, das verschiedene Verhaltensweisen eines Organismus, und zwar Komplexe körperlicher Aktivitäten, wie Gehen, Stehen, Greifen, Augenbewegungen beim Lesen, in einem Buch blättern etc. enthält. AKTIVITÄT sei einfach die Auswahl eines solchen Komplexes aus diesem Repertoire.

Für den Aktivitätsteil erhalten wir damit folgendes einfache Bild:



Die Frage ist nun, wie es dem Modell einzugliedern ist.

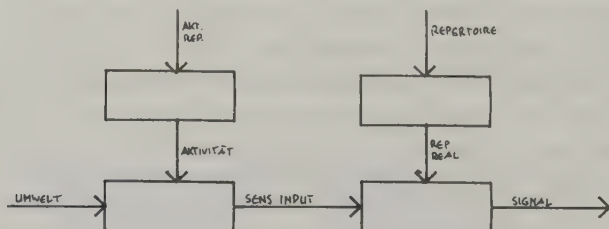
Eine einfache Überlegung zeigt, daß Aktivität natürlich den SENSORISCHEN INPUT ändert, sei es dadurch, daß sich das Subjekt in seiner Umwelt bewegt, sei es dadurch, daß es die

Umwelt manipuliert, so daß die Dinge (oder einzelne Dinge) nachher anders aussehen als vorher.

Schalten wir nun den Aktivitätsteil vor SENSOR. INPUT, so müssen wir natürlich noch eine subjektunabhängige Variable einführen, die uns die Erfahrung aus der Umwelt, sofern sie subjektunabhängig ist, gewährleistet. Wir wollen diese Variable UMWELT nennen. Sie kann am einfachsten dadurch charakterisiert werden, daß man eine Ausschlußformel wählt: UMWELT ist alles, was nicht Subjekt ist. (Dies steht nicht in systematischem Zusammenhang mit dem für das Modell entwickelten Begriffsapparat, ist aber vermutlich hinreichend präzise, um Probleme in dieser Richtung auszuschließen.

Für Zweifler könnte man durchaus einen technischen Aspekt angeben, wenn man sagt, Umwelt sei alles, was außerhalb (grob gesprochen) der Haut von Subjekten liegt, wenn das auch nicht sonderlich gut klingen mag.

Damit kann also nun die Aktivitätsausübung vor den SENSOR. INPUT gelegt werden, und es ergibt sich folgendes Bild:



Gemäß der gewählten Präzision für die Aktivitätsprobleme kann das als hinreichend gelten. Wovon nun die Auswahl einer geeigneten Aktivität abhängt, soll uns später beschäftigen. Wenden wir uns zunächst dem anderen Aspekt der zitierten Experimente Berlynes zu:

Es war gesagt worden, daß in den Experimenten die Erzeugung eines SIGNALS davon abhängt, wie groß die Informationsmenge im SENS. INPUT ist. In dieser Informationsmenge scheint die Bedingung für die Ausübung von Aktivität zu liegen. Um dies zu berücksichtigen, müssen wir in der Theorie so vorgehen, daß wir annehmen, die Input-Identifikation habe, außer dem SIGNAL, noch einen weiteren Output, der zB. die Aktivität beeinflußt. Wenn man sich nun erinnert, daß ja SIGNAL als eine kriteriumsgerechte Abbildung definiert worden war, kann man den Zweck jener Verschärfung in der Definition erkennen: Neben dieser kriteriumsgerechten Abbildung, die der Identifikation eines Inputs relativ auf einen Speicher entspricht, soll es im Modell noch eine weitere, dem Kriterium nicht entsprechende Abbildung geben: Dies ermöglicht es, unter anderem durch diese Variable das Aktivitätsrepertoire anzusteuern.

Eine solche Variable der nicht kriteriumsgerechten Abbildung erlaubt es uns aber außerdem, noch weitere Prozesse zu modellieren, die sich im I.I.-Modell abspielen müssen, weil sich zeigt, daß verschiedene Identifikationsaufgaben verschieden viel Zeit beanspruchen können. Dafür sei Exp. 13 ein Beispiel:

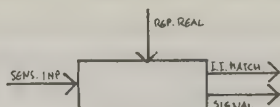
Exp. 13: Zeigt man Ss Serien von Spielkarten, die irreguläre Karten enthalten (also zB. eine schwarze "Herz"- oder eine rote "Pik"-Karte) im Tachistoskop, so werden irreguläre Karten langsamer erkannt als reguläre. Bruner, J.S./Postman, L. 1949

Dieses Exp. wird uns noch beschäftigen: vorläufig soll das Augenmerk lediglich darauf gerichtet werden, daß, obwohl "neutral" betrachtet (neutral könnte in diesem Fall heißen: ein Beurteiler, der noch nie Spielkarten gesehen hat), sehr ähnliche Informationen vorliegen, doch Unterschiede in der Identifikationszeit sind. Dies soll im Modell auf Prozesse zurückführbar sein, die sich zwischen dem SENS. INPUT und das SIGNAL einschieben.

Es ist also nötig, diese weitere Variable der nicht kriteriumsgerechten Abbildung einzuführen. Diese Variable soll INPUT-IDENTIFIKATION MATCH heißen, oder kürzer II-MATCH.

DF: Instanzen der Variablen II MATCH seien Elemente e_m, e_n eines Repertoires R_K in einem Zeitintervall $t_i - t_j$

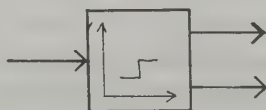
Damit bietet sich also nun die Möglichkeit, aus der Interaktion von SENS.INPUT und REP.REAL zwei Outputs zu erhalten, nämlich SIGNAL und II-MATCH. Das sieht im Bild so aus:



Dazu nun eine modelltechnische Anmerkung:

Der so erhaltene Block ist ein impliziter Block, und damit, nach dem früher gesagten, hinsichtlich der Übergangscharakteristik logisch nicht definiert.

Bei genauer Überlegung kann dieser Block jedoch leicht spezifiziert werden: Von den beiden Variablen kann nämlich immer nur genau eine auftreten: denn die Abbildung ist entweder kriteriumsgerecht (SIGNAL) oder nicht (II-MATCH). Die beiden Zustände sind also disjunkt, oder, technisch gesprochen, der Block ist ein Schalter, der immer nur einen der beiden Zustände zulässt. Da im Modell insgesamt am Ende drei solcher Schalter enthalten sein werden, lohnt es sich, dafür ein eigenes Symbol zu wählen, nämlich das folgende:



also ein Quadrat, in dem die Input/Output-Zusammenhänge graphisch dargestellt werden.

Für einen solchen Schalter ist es nun erforderlich, daß

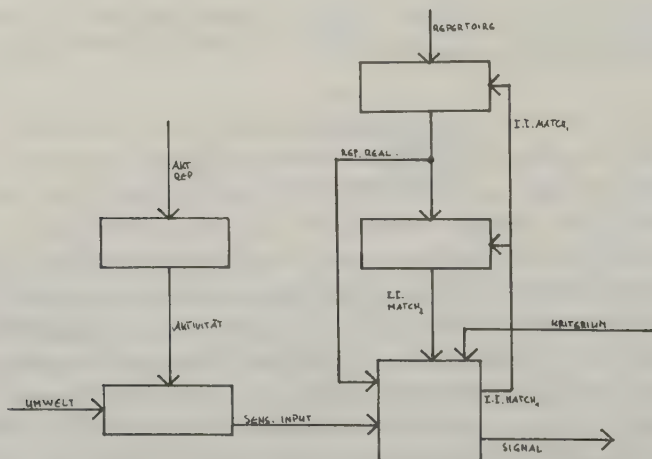
man ein Kriterium angeben kann, dem folgend jeweils der eine oder andere Zustand gewählt wird.

Wir führen also eine weitere Variable ein, die in den Schalter führt. Sie möge KRITERIUM heißen. Wenn wir nun annehmen, daß der I.I.-Teil des Modells im Normalfall eine vollständige Abbildung eines Elements in REP.REAL auf einen Input anstrebt, dann können wir diese Variable wie folgt definieren:

DF: Instanzen der Variablen KRITERIUM seien Werte $Kr_1 \dots Kr_n$ zu Zeitpunkten $t_1 \dots t_n$, wobei in einem Zeitpunkt t_i genau ein Wert Kr_i vorliegt

Gehen wir nun zu den Experimenten zurück: hier waren wir zu dem Schluß gekommen, daß die Auslösung von Aktivität und die Differenzen in der Betrachtungszeit der Bilder dadurch modelliert werden können, daß ein "I.I.-MATCH" als nicht dem Kriterium entsprechende Abbildung eingeführt wird. Wir nennen nun diesen Output des Schalter-Blockes II-MATCH₁. Die Aufgabe dieses II-MATCH₁ ist nun zunächst, zu bewirken, daß anstelle des ungeeigneten REP.REAL-Elementes aus dem REPERTOIRE ein anderes Element für die Identifikation ausgewählt wird. Damit erhalten wir einen Einfluß von II-MATCH₁ auf REP.REAL. Das neue Element in REP.REAL könnte nun jenes sein, mit dessen Hilfe das II-MATCH₁ in ein SIGNAL übergeführt werden kann. II-MATCH₁ und REP.REAL werden also miteinander verglichen; das Resultat ist ein weiteres "MATCH", und zwar II-MATCH₂, das nun in den Schalterblock eingegeben wird, um dort auf Kriteriumsgerechtigkeit geprüft zu werden. Dazu muß das REP.REAL-Element vorliegen, damit die in der KRITERIUM-Variablen festliegende Vollständigkeitsbedingung für die Abbildung verglichen werden kann. (Anmerkung: Nach den Exp. 5, 8 und 9, die schon erwähnt wurden, läge es nahe, die II-MATCH₁-Variable auch dazu zu benutzen, einen Einfluß auf AKTIVITÄT auszuüben. Dieser Schritt soll jedoch noch zurückgestellt werden, da sich für die Aktivität noch eine Modifikation ergeben wird.)

Das zu dieser Beschreibung gehörige Bild sieht folgendermaßen aus (man möge beachten, daß es sich hierbei nicht um Flußdiagramme handelt, weshalb der zeitliche Abstand zwischen etwa der Wirkung von $II-MATCH_1$ auf $REP.REAL$ und dem Vergleich $REP.REAL$ und $II-MATCH_1$ zur Variablen $II-MATCH_2$ keiner Darstellung bedarf):



Die eigentliche Identifikationsarbeit liegt nun also im Block, der $II-MATCH_2$ zum Ausgang hat, der Block mit $SIGNAL$ -output ist eine Entscheidungsinstanz, die entscheidet (je nach $SENS. INPUT$ bzw. $II-MATCH_2$ und $REP.REAL$ mit $KRITERIUM$), ob der Identifikationskreis nochmals durchlaufen werden muß, oder ob ein brauchbares Signal vorliegt.

Damit ist nun also das Problem gelöst, wie im Modell jeweils ein geeignetes $REP.REAL$ für die Identifikation ausgewählt werden kann. Allerdings ist damit das Modell noch nicht vollständig. Denn bislang ist es immer noch möglich, durch oftmaliges Durchlaufen des Modells (wenn das Repertoire einfach alle Elemente umfaßt) ein $SIGNAL$ zu erreichen.

Dem widerspricht jedoch das schon bekannte Exp. von Bruner/Postman:

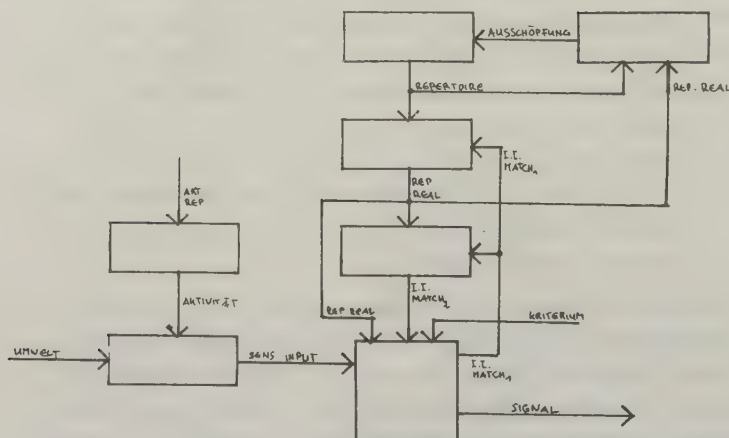
Exp. 13: Zeigt man Ss. Serien von Spielkarten, die irreguläre Karten enthalten, im Tachistoskop, so werden irreguläre langsamer erkannt (was sich mit wachsender Übung ausgleicht); falsche Berichte überwiegen anfangs, später treten Kompromißreaktionen ein (etwa: eine rote Pik-Karte wird als "braun" identifiziert), oder Ss "können nichts erkennen". Beim Erkennen oft Erleichterungs- oder Überraschungsreaktionen. Bruner/Postman 1949

Dies führt uns nämlich zu der Vermutung, daß während des Identifikationsvorganges das II-Repertoire gewechselt wird: während zunächst offenbar ein organisiertes Repertoire (es möge "Spielkarten-Rep" heißen) zur Identifikation benutzt wird, wechseln die Ss später auf elementarere Repertoires, in denen etwa die Farben der Karten unabhängig identifiziert werden können. Hier führt also auch ein oftmaliges Durchlaufen des ersten Repertoires nicht zu einem befriedigenden MATCH, das Repertoire wird daher gewechselt. Dies kann mit einer Variablen modelliert werden, die von den Durchläufen in REP.REAL aufgrund $MATCH_1$ abhängt, und die ein neues Repertoire anfordert, wenn das alte REP ausgeschöpft ist. Wir nennen diese Variable kurzerhand AUSSCHÖPFUNG und definieren sie auf dem Verhältnis von REP zur REP. REAL, wo sie Auskunft gibt, wie viele Elemente eines REP's schon in REP.REAL vertreten waren:

DF: Instanzen der Variablen AUSSCHÖPFUNG seien Werte As_i , welche zu einem Zeitpunkt t_i das Verhältnis der Anzahl der Elemente von R_k zur Anzahl der Elemente $e_m, e_n, \dots$ angeben, welche in einem Zeitintervall $t_i - t_j$ schon in II MATCH aufgetreten waren

Wie die Definition schon festlegt, ist die Ausschöpfungsvariable abhängig von REPERTOIRE wie auch von REP.REAL; nach den Überlegungen, warum sie eingeführt werden soll,

hat sie Auswirkungen auf REPERTOIRE; daher kann ihr Platz im Modell leicht angegeben werden:



Eine weitere Hürde, die mit dem soweit entfalteten Modell noch nicht genommen werden kann, stellen die beiden folgenden Tatsachen dar:

Erstens die Leistung der Farbkonstanz in der visuellen Wahrnehmung. Wie jeder Fotograf weiß, gibt es zwei verschiedene Farbfilme: einen für Tageslicht, einen für Kunstlicht. Und wie man ebenfalls weiß, wird ein Christbaum, mit Tageslichtfilm aufgenommen, rotstichig, was zwar heimelig aussieht, aber dem Farbeindruck unseres Auges nicht entspricht. Diese Leistung unseres Auges, bei verschiedenfarbigem Licht (also bei Beleuchtungen sehr verschiedener Farbtemperatur), wie es etwa im Morgenlicht, bei klarem Sonnenschein am Mittag, bei Bewölkung, bei Glühlampenlicht etc. auftritt, einen weißen Gegenstand jedesmal als "weiß" zu sehen, und nicht etwa orange, hellblau etc., nennt man Farbkonstanz. Wie man weiß, wird diese Leistung durch ein sog. Farbsummensignal (vgl. etwa LORENZ 1965, S. 275f) zu-

standegebracht, das als Kriterium dafür dient, wie die gesehenen Farben so zu transformieren sind, daß sie, bezogen auf "weiß", "farbrichtig" erscheinen (also Blau als Blau und nicht als Blaugrün, Grün als Grün und nicht als Braun, wie bei dem Christbaum auf der Fotografie).

Ein zweites Beispiel sei Exp. 82:

Exp. 82: Ss können Wörter in Spiegelschrift besser identifizieren, wenn man ihnen ein spiegelverkehrtes Umfeld anbietet; aber nur, wenn das reverse field nicht gleichzeitig mit dem Stimulus erscheint, sondern zuvor aus der richtigen Position um 180° gedreht wird. Anagrammprobleme mit Spiegelbuchstaben werden leichter gelöst, wenn die Buchstaben tatsächlich im Spiegel gesehen werden, statt als Spiegelbuchstaben auf eine Scheibe projiziert zu werden. Culbert 1958

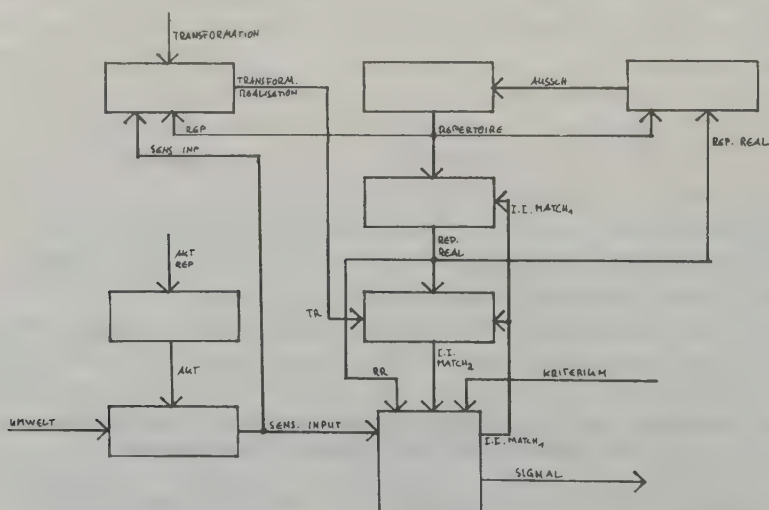
Diese beiden Beispiele haben das gemeinsam, daß in ihnen beiden der sensorische Input einer zusätzlichen Transformation unterworfen wird, die eine isomorphe Umformung der Information bedeutet. Im Falle des Farbsummensignals handelt es sich um einen im Auge selbst produzierten Reiz; die Transformation funktioniert hier auch für jedes Auge getrennt (davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man sich ein FarbfILTER vor das eine Auge hält, und nach einiger Zeit der Gewöhnung die beiden Augen, wieder unbewaffnet, miteinander vergleicht). Im Falle der Spiegelung handelt es sich dagegen um eine ausgesprochene ZNS-Leistung, um ein sogenanntes "perceptual set", das erst durch die Wahrnehmung der Spiegelung zur Anwendung gelangt. Beide Leistungen sollen jedoch zusammengefaßt werden in der Variablen TRANSFORMATION, die definiert sei:

DF: Instanzen der Variablen TRANSFORMATION seien Verfahren $T_1 \dots T_n$ zur isomorphen Umformung eines Inputs

Und auch hier führen wir wieder die Realisationsvariable ein:

DF: Instanzen der Variablen TRANSFORMATION REALISIERUNG
 seien Transformationen T_k in einem Zeitintervall $t_i - t_j$

Natürlich kann bei der Modellierung nicht unterschlagen werden, daß die Transformation der Farbkonzanz auf einer Charakteristik der SENSOR. INPUTS beruht (als eine direkt vom Auge produzierte Information), während die Spiegeltransformation erst über die Wahrnehmung der Drehung und ein "perceptual set" (das ja auch gelernt werden kann) zustandekommt. Deshalb wird im Modell TRANSFO REAL sowohl von SENS. INPUT wie auch von REPERTOIRE abhängen müssen, weil beide Einfluß auf diese Variable haben. TRANSFORMATION selbst bleibt demgegenüber ein freier Eingang (dh. eine im Modell von keiner anderen abhängige Variable), weil sie für das Modell selbst nicht von näherem Interesse ist. Damit erhalten wir als neuerdings modifiziertes Modell das folgende, das um TRANSFORMATION und TRANSFO REAL bereichert ist, wobei TRANSFO REAL sowohl von SENS. INPUT wie auch von REP abhängt.



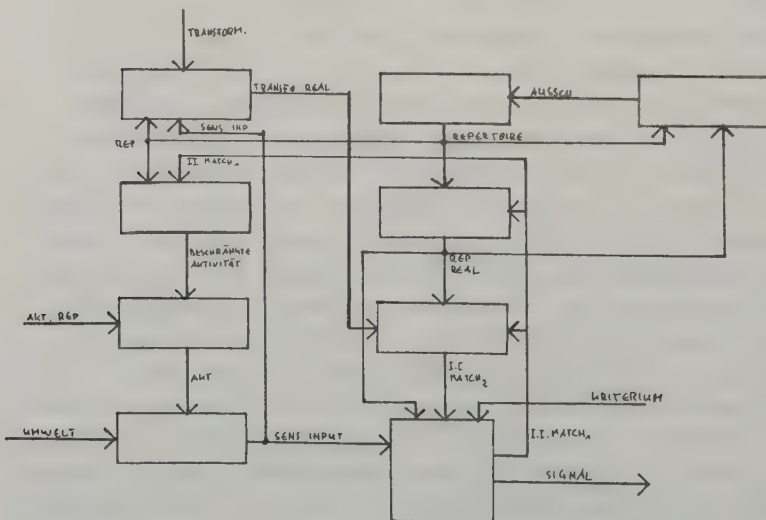
Und weil aller guten Dinge drei sind, soll noch ein dritter Aspekt im Modell berücksichtigt werden. Sehen wir nochmals die AKTIVITÄTSvariable an, so sind darin ja sehr verschiedene Bewegungen enthalten, die von einem einfachen Nachführen der Augen beim Betrachten eines bewegten Gegenstandes bis zu, sagen wir, den vielen Aktionen reichen, die wir ausführen müssen, um uns von einem Ort zu einem anderen zu bewegen. Dabei ist es nun zwar wahrscheinlich, daß wir ohne weiteres die Augen bewegen, um Bilder wie die von Berlyne zu identifizieren, daß wir vielleicht gerade noch ohne weiteres auch einen Hebel drücken; daß es aber, intuitiv gesprochen, schon eines Entschlusses bedarf (dh. einer kognitiven Aktivität höheren Ausmaßes), wenn aufwendigere Aktionen nötig sind, um einen Reiz zu sichern oder zu bekommen (vielleicht würden die Ss in den schon zitierten Experimenten von Berlyne sehr bald das Interesse auch an den informationsreicheren Bildern verlieren, müßten sie, um die Bilder nochmals zu sehen, dreimal um den Block laufen). Wir wollen daher eine sehr ungenaue, aber vielleicht berechnigte Unterscheidung machen, und solche Bewegungen, die eher zu den automatischen, vom Wahrnehmungsapparat selbst gesteuerten Bewegungen gehören könnten, in einer eigenen Variablen zusammenfassen. Diese Variable möge BESCHRÄNKTE AKTION heißen, und könnte solche Bewegungen enthalten wie etwa: den Kopf drehen, um besser zu hören oder zu sehen, den Nystagmus der Augen, Bewegungen der Augen etc., also im Aufwand sehr begrenzte Bewegungen, die der Sicherung von sensorischen Inputs dienen und theoretisch dadurch von anderen unterschieden werden können, daß sie die Mechanismen des Informationsverarbeitungsmodells nicht durchlaufen, sondern sozusagen von der Wahrnehmung oder der Input-Identifikation selbst motiviert werden. Die Berechnigung einer solchen Unterscheidung kann lediglich intuitiv plausibel sein, nachprüfbar wäre sie im Rahmen einer Ausfaltung des Aktivitätsproblems, das in diesem Modell ja ausgeklammert sein soll. Sie kann aber auffangen, daß wir uns vieler Bewegungen, die wir tun, nicht bewußt

sind und auch niemals bewußt werden, wogegen wir bei anderen eben Überlegungen anstellen können, ob sich der Aufwand lohnen würde.

Wird diese Variable nun akzeptiert und dem Modell eingefügt, so kann man am Exp. 91 erkennen, was ihr Ort ist:

Exp. 91: Beobachtet man ein S beim Betrachten eines Bildes mit der Augenkamera, so kann man erhebliche Änderungen der Augenaktivität feststellen, je nachdem, welche Instruktionen man gibt. Lurija 1966 (Abb. S. 47)

BESCHRÄNKTE AKTION hängt also einmal am gerade verhandelten Repertoire, zum anderen am gerade einlaufenden Input. Im Modell wird der gerade laufende Input am besten durch II-MATCH₁ modelliert, und wir erhalten das folgende modifizierte Modell der Input Identifikation.



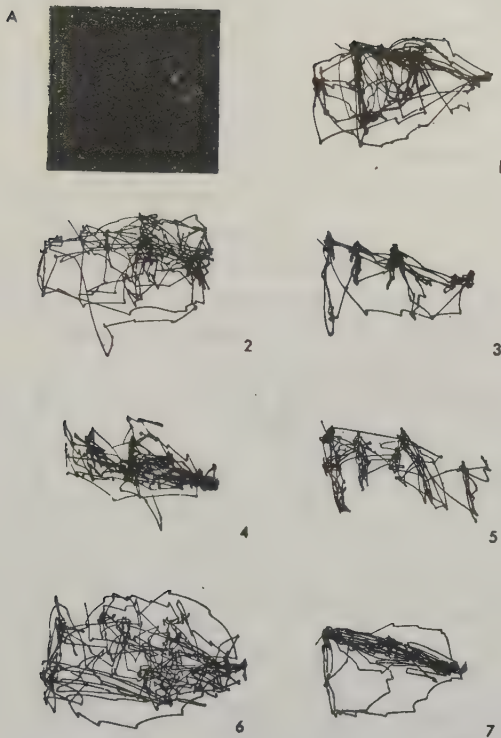


FIGURE 88 Eye movements during observation of a picture with different instructions. (The period of observation was three minutes.) (A) Normal subject. (B) Subject with an intracerebral tumor of the right frontal lobe and a frontal syndrome. (1) Free observation (no instruction). (2) "Tell me, is the family poor or wealthy?" (3) "How old are the people in the picture?" (4) "What were they doing before the man entered the room?" (5) "Try to memorize the clothing the people are wearing." (6) "Try to memorize the placement of the furniture." (7) "How long had the man been away from his family?"

Abb. zu Exp. 91 aus:
Lurija 1966, S. 274

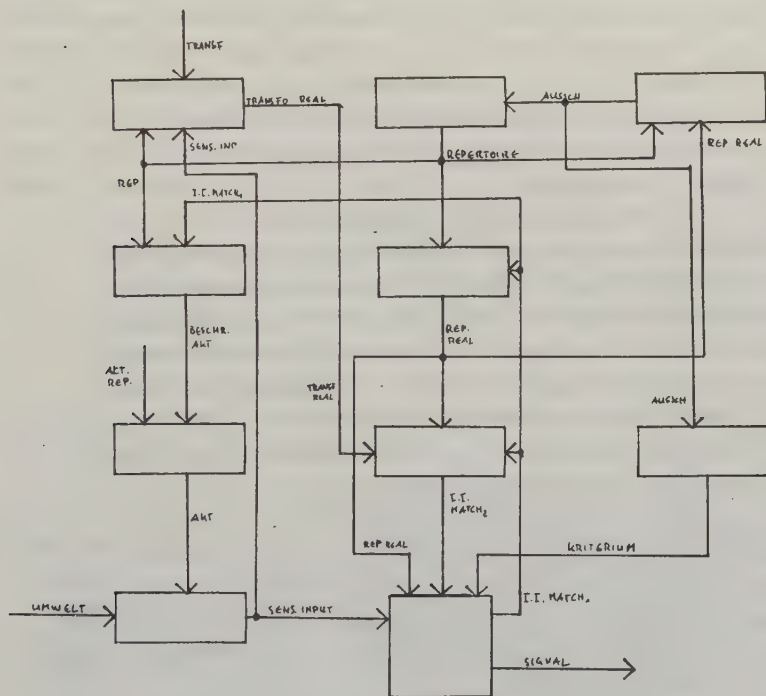
Diese letzte Modifikation gestattet nun auch mühelos eine angemessene Modellierung der Berlyne-Experimente 5, 8 und 9, die zu Beginn der Überlegungen noch verschoben worden war. Was nun noch aussteht, ist eine Aussage darüber, von welchen Variablen KRITERIUM abhängt, das über das Zustandekommen eines SIGNAL und damit über das Gelingen der Input-Identifikation mitentscheidet.

Dazu sei das folgende Experiment vorgelegt:

Exp. 94: Präsentiert man Ss, die in der Klassifikation geübt sind, weil sie das Repertoire aus auditorischer und visueller Präsentation kennen, sinnlose Wörter zusammen mit weißem Rauschen auditorisch, so schneiden sie um so schlechter ab, je höher das Rauschen im Signal/Noise-Verhältnis ist. Die Informationsmenge beeinflusst das Ergebnis desto mehr, je höher das Rauschen ist. Miller 1957

Dieses Experiment basiert darauf, daß durch zunehmende Destruktion des sensorischen Inputs eine Identifikation immer schwieriger wird, und schließlich nur mehr bloße Vermutungen über den Input als SIGNAL zugelassen werden. Das hat im Experiment zwei Gründe: einmal wechseln die Ss das Repertoire nicht, weil sie es ja geübt haben; zum anderen nehmen sie den Rausch-Anteil des Inputs wahr, haben also ein entsprechendes SIGNAL. Andererseits ist das Repertoire, das sie zur Identifikation verwenden sollen, mit zunehmender Destruktion des Inputs zunehmend ausgeschöpft. KRIT als Schätzer für die Möglichkeit einer angemessenen Abbildung eines Repertoire-Elements auf einen Input sollte sich daher auf zwei Informationen beziehen können: einmal auf die Ausschöpfung des Repertoires (also unmittelbar auf AUSSCH), andererseits auf Informationen, die die Möglichkeit und Zweckmäßigkeit zum Gegenstand haben, andere Repertoires zur Identifikation heranzuziehen. Diese Informationen müssen nun allerdings dem Verarbei-

tungsteil entnommen werden, daher kann KRIT erst am Ende endgültig fixiert werden. Festzuhalten ist fürs Erste, daß KRIT von AUSSCH abhängt. Damit kann dies als letzte Erweiterung des I.I.-Modells aufgenommen werden, und wir erhalten als endgültiges Modell der Input-Identifikation das folgende:



Daß nun dieses Modell endgültig ist, möge nicht darüber hinwegtäuschen, daß bis jetzt nur eine heuristische Arbeit geleistet ist; das bedeutet nichts anderes, als daß das Modell nun zwar mit den Experimenten, die bislang zitiert wurden, in Einklang zu bringen ist, daß wir aber weiter nichts, aber schon gar nichts wissen. Was fehlt, ist zunächst die Spezifikation, wie die Variablen zusammenwirken. Darunter ist zu verstehen, daß wir zwar vereinbart haben, daß in den Standardblöcken der Output mit dem Input durch eine logische Implikation verbunden sein soll; über das Zusammenwirken von mehreren Inputs muß aber noch gesprochen werden.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist dann die Überprüfung des Modells an weiteren empirischen Befunden. Diese Arbeit ist zwar mühsam, aber unumgänglich, wenn man über das Stadium der Wissenschaft (eher: der "Wissenschaft") hinauskommen will, die die Experimente als bloße Meditationsbilder betrachtet und sie auch so zitiert, und im übrigen ihre "Wahrheit" daraus bezieht, daß sie besonders geschickt darin ist, dem Hörer oder Leser etwas "einleuchtend" zu machen.

Die Variablenbeziehungen in eine logische Form zu bringen, wird nun Aufgabe des nächsten Teiles sein; weitere Experimente und Erklärungsskizzen, dh. kurze Abrisse, wie die jeweiligen Befunde im Modell zu simulieren sind, sollen für das gesamte Modell im Anschluß an die Entwicklung des Informations-Verarbeitungsmodells unter dem Stichpunkt "Interpretation und Triftigkeit des Modells" gegeben werden.

Zum I.I.-Modell sollen aber, im Anschluß an die Variablenbeziehungen, noch zwei Argumente ausgeführt werden, die es rechtfertigen sollen, einen eigenen Teil für die Input-Identifikation anzunehmen und dafür ein relativ separates Modell zu erstellen.

1.2 Wie die Variablen des Input-Identifikationsmodells zusammenwirken

Das Modell, wie es am Ende von 1.1. dargestellt ist, enthält die Variablen:

UMWELT; SENSORISCHER INPUT; AKTIVITÄT; AKTIVITÄTSREPERTOIRE; BESCHRÄNKTE AKTIVITÄT; TRANSFORMATION; TRANSFORMATIONS-REALISIERUNG; REPERTOIRE; REPERTOIRE-REALISATION; I.I.-MATCH₁; I.I.-MATCH₂; AUSSCHÖPFUNG; SIGNAL; KRITERIUM.

Nun gilt es noch zu spezifizieren, auf welche Weise die meist mehreren Inputs eines Blocks des Modells zusammenwirken, um den angegebenen Output zu erzielen.

Dabei stehe:

- " $\rightarrow$ " für die logische Implikation
(Es war ja schon vereinbart, daß diese Beziehung zwischen Input und Output nicht in die Blöcke geschrieben werden soll, weil im gegebenen Modell die Beziehung Input-Output immer als Implikation verstanden wird.)
- " $\vee$ " für das logische, nicht ausschließende "oder"
- " $\wedge$ " für das logische "und"

1. Zusammenhang: UMWELT, AKTIVITÄT, SENSOR. INPUT
Es muß, nach allem was zu diesem Zusammenhang gesagt worden ist, klar sein, daß beide Inputs voneinander unabhängige Effekte erzielen können; daß also der Input sich aufgrund von Änderungen in der Welt, aber auch von Änderungen des Subjekts (zB. Kopfdrehen), wie auch durch beides miteinander ändern kann.

Der 1. Zusammenhang heißt also:

UMWELT $\vee$ AKTIVITÄT $\rightarrow$ SENSOR. INPUT

2. Zusammenhang: ACT. REPERTOIRE, BESCHR. ACT., AKTIVITÄT
Da Aktivität eine Auswahl aus einem Repertoire darstellt, und zwar aufgrund eines durch Beschr. Akt. gegebenen

Kriteriums, kann der zweite Zusammenhang nur lauten:
 $\text{AKTIVITÄT REPERTOIRE} \wedge \text{BESCHRÄNKTE AKT.} \rightarrow \text{AKTIVITÄT}$

3. Zusammenhang: $\text{REPERTOIRE, I.I. MATCH}_1, \text{ BESCHR. AKT.}$

Wenn die beschränkten Input-Sicherungs-Aktivitäten gezielt eingesetzt werden sollen, so müssen sie aus dem gesteuert werden, was das Repertoire erfordert, und zwar zusammen mit den Rückmeldungen propriozeptiver Art, die im Modell über sensor. Input modelliert sind. Der Zusammenhang ist also:

$\text{REPERTOIRE} \wedge \text{II-MATCH}_1 \rightarrow \text{BESCHRÄNKTE AKTIVITÄT}$

4. Zusammenhang: $\text{TRANSFORMATION, REPERTOIRE, TRANSFO REALISATION, SENSOR. INPUT}$

Der Output Transformation Realisierung ist, per Definitionem, eine Auswahl aus Transformation, und daher ist in jedem Fall Transformation konjunktiv zu verbinden. Jedoch kann der sensor. Input einen vom Repertoire unabhängigen Effekt haben, zB. im Fall der "Farbsummensignale". Ebenso ist die Spiegeltransformation von Exp. 82 offenbar nicht direkt abhängig vom sensorischen Input, sondern bereits von einer Verarbeitung, die eine Spiegeltransformation über Repertoire erfordert.

Wir erhalten die Form:

$(\text{REPERTOIRE} \vee \text{SENSOR. INPUT}) \wedge \text{TRANSFORM.} \rightarrow \text{TRANSFOR REALIS.}$

5. Zusammenhang: $\text{AUSSCHÖPFUNG, REPERTOIRE}$

Hier liegt bislang nur eine Input-Variable vor, weshalb der Zusammenhang nicht spezifiziert werden kann.

6. Zusammenhang: $\text{REPERTOIRE, I.I.-MATCH, REP. REALISATION}$

Auch hier handelt es sich um eine Realisierung, die definitionsgemäß mit Repertoire, und mit I.I.-Match als Kriterium durchgeführt werden muß; jedoch kann auch, wie etwa bei übermäßig verrauschtem Input, nur vom Repertoire allein eine Realisation vorgenommen werden,

die aufgrund anderer, außerhalb des I.I. liegenden Kriterien vorgenommen wird (etwa als Vermutung aufgrund der Sprachstruktur), so daß der Zusammenhang lautet:

$$(\text{REPertoire} \wedge \text{I.I.-MATCH}) \vee \text{REP} \rightarrow \text{REP. REALISATION}$$

7. Zusammenhang: TRANSFO REAL, REP. REAL, I.I.-MATCH₁, I.I.-MATCH₂

Die Erzeugung eines I.I.-MATCH₂ kann auf zweierlei Weise, muß aber stets unter Hinzunahme des I.I.-MATCH₁ erfolgen: und zwar entweder aufgrund der Elementauswahl aus Rep. Real; oder einfach aufgrund einer isomorphen Transformation auf I.I.-MATCH₁.

Rep. Real und Transfo Real können also voneinander unabhängige Effekte auf MATCH₂ haben, daher:

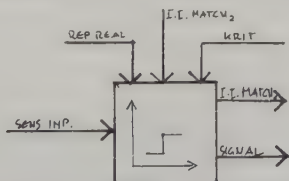
$$(\text{TRANSFO REAL} \vee \text{REP. REAL}) \wedge \text{I.I.-MATCH}_1 \rightarrow \text{I.I.-MATCH}_2$$

8. Zusammenhang: I.I.-MATCH₂, REP. REAL, SENS. INPUT, I.I.-MATCH₁, SIGNAL, KRITERIUM

Hier handelt es sich um das schon besprochene Entscheidungsverfahren, den Schalter. Kriterium des Schaltens ist KRIT, entschieden wird über einen Vergleich REP. REAL mit SENS. INP., oder REP. REAL mit I.I.-MATCH₂, geschaltet wird auf MATCH₁ oder SIGNAL. Wegen der ausschließenden "oder" in dieser Formulierung gerät die Formalisierung etwas umständlich:

$$\begin{aligned} & \text{KRIT} \wedge ((\text{SENS INP} \wedge \text{REP.REAL}) \vee (\text{I.I.-MATCH}_2 \wedge \text{REP.REAL})) \\ & \wedge \neg (\text{SENS INP} \wedge \text{I.I.-MATCH}_2) \rightarrow (\text{I.I.-MATCH}_1 \vee \text{SIGNAL}) \wedge \neg (\text{I.I.}_1 \wedge \text{SIG}) \end{aligned}$$

Im Blockschaltbild ist dies einfacher:



und bedeutet genau den obigen Satz.

9. Zusammenhang: REPERTOIRE, REP. REALISATION,
AUSSCHÖPFUNG

Insoferne hier ein Maß für das Verhältnis der beiden angestrebt ist, ist klar, daß nur beide zusammen den Effekt machen können:

$REP \wedge REP. REAL \rightarrow AUSSCHÖPFUNG$

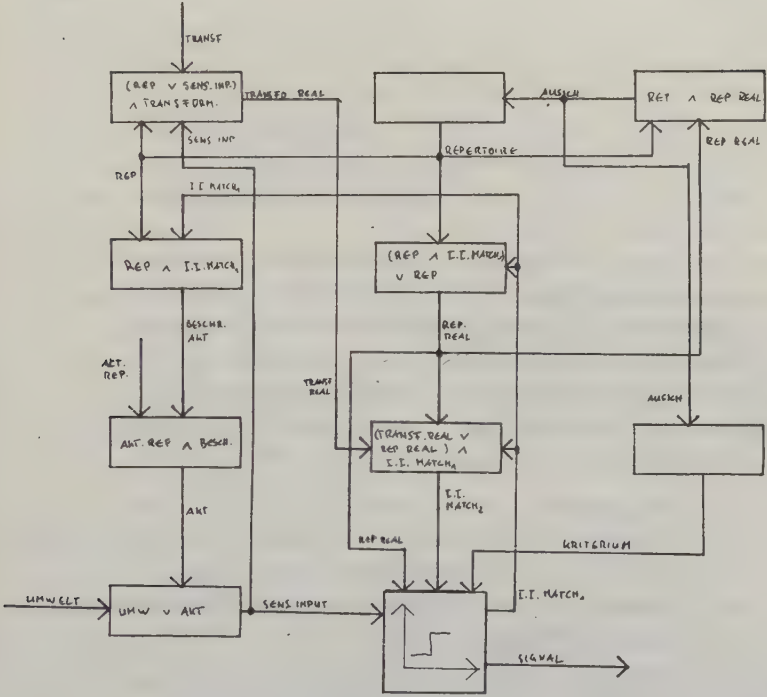
(Man könnte sich einen Zusammenhang etwa der folgenden Art vorstellen:

$REP / \sum REP. REAL = AUSSCH$) (mathematisch gesehen).

10. Zusammenhang: AUSSCH, KRITERIUM

Auch hier kann, wie schon im 5. Zusammenhang, noch nichts festgelegt werden, weil noch eine Einflußgröße fehlt.

1.3 Das Input-Identifikationsmodell



1.4 Warum ein eigener Input-Identifikationsteil im kognitiven Modell enthalten ist

Erstes Argument:

Es gibt innerhalb der kognitiven Aktivität ein höchst effizientes System von Distraktoren, die bei Mischungen von Inputs die einzelnen Inputs voneinander sondern; hierüber sind bislang vorwiegend Experimente mit Sprache gemacht worden, die nahelegen, daß die Analyse eines Inputs eine kaskadenartige Struktur der Repertoire-Abrufs hat.

Beispiel hierfür können die "Mixed-Message"-Experimente sein, bei denen verschiedene Texte gemischt und über einen Lautsprecher den Ss präsentiert werden. In solchen Experimenten hat sich herausgestellt, daß phonetische Eigenschaften der Sprache, Stimmlage der Sprecher und, weniger gut, semantische Zusammenhänge als Distraktoren fungieren können:

Exp. 14: Präsentiert man Ss über Lautsprecher eine Mischung zweier verbaler Nachrichten, so können sie hochwahrscheinliche Phrasen (Clichés) beim Mitsprechen als Ganze herausziehen. Cherry, C. 1953

Exp. 30: In einem Mixed Message-Exp. erlauben versch. Stimmen eine gute Trennung, versch. Sprachen desto besser, je weiter sie vom Englischen entfernt sind. Ist Sprache und Stimme gleich, so Trennung aufgrund semant. Zusammenhänge. Von der rejected message wird nicht viel erkannt. Treisman, A.M. 1964b

Ein anderes Beispiel sind "2 ear-2 message-shadow"-Experimente, bei denen den Ss 2 Nachrichten über Kopfhörer in die 2 Ohren präsentiert werden, deren eine sie mitsprechen müssen. Dabei hat sich herausgestellt, daß

im Ohr, das den nicht mitzusprechenden Text hat, überhaupt nichts aufgenommen wird, selbst bei ausdrücklicher Anweisung (Exp. 15, 26), daß aber einfachere Eigenschaften des Signals durchaus aufgenommen werden, wie Stimmlage, Sprache/Nicht Sprache, ein 400 Hz-Ton:

Exp. 15: Bei einer "2ear-2mess-shadow"-Aufgabe kann der Hörer einen Text mitsprechen, weiß aber vom anderen Ohr nichts. Er spricht den "shadow"-Text monoton, und weiß auch hier, vor allem bei schwierigen Texten, nachher den Inhalt nicht mehr. Cherry, C. 1953

Exp. 26: Gibt man nach einem 2ear-2mess-shadow den Ss eine Liste von 7 Wörtern zum recall, so ist der recall 1,9 Worte für die rejected mess (einfache Wortliste), und 4,9 Worte für den shadowed Text (Prosatext); es gibt auch einen "recall" von 2,9 Worten von Worten, die die Ss während des Exp. nicht gehört haben. Moray, N. 1959

Exp.26a: In einem 2ear-2mess-shadow-Exp. ignorieren die Ss Anweisungen in der rejected mess.; ebenfalls ignorieren sie Anweisungen in der "shadow"-mess. Von 39 Instruktionen mit vorhergehender Nennung des Namens werden in der rejected aber 20 gehört, ohne Nennung des Namens nur 4 von 36. Streut man Zahlen in die messages ein, so werden sie in der rejected auch bei ausdrücklicher Anweisung nicht aufgenommen. Moray, N. 1959

Dies spricht für einen komplizierten Apparat ineinandergreifender Repertoires zur Analyse von Inputs, die offenbar weit vor unserer Bewußtseinsschwelle geschieht.

Zweites Argument:

Die Input-Identifikation ist von wesentlich höherer Kapazität als die Weiterverarbeitung.

Dies legen wieder die "2-ear-2-message-shadow"-Experimente nahe: Wie die Exp. 26a und 31 zeigen, ist es möglich, daß eine Nachricht des "rejected ear" (das die nicht mitzusprechende Nachricht erhält) plötzlich in das "Bewußtsein" durchschlägt, dh. daß Ss aus dem rejected ear Informationen aufnehmen, um Widerspruch zu anderen Experimenten, in denen Wissen um den Inhalt des rejected ear stets eine Fehlanzeige bedeutet. Jedoch erfordert dieses Durchschlagen eine Analyse auch des rejected input, da die durchkommenden Informationen offenbar solche hoher persönlicher Relevanz sind. (Ein intuitives Argument für diese hohe Kapazität ist auch die Erfahrung des "mit einem Ohr hinhörens", bei dem im Wichtigkeitsfalle (zB. bei Nennung des eigenen Namens, oder den eines Freundes) sofort auf diese Nachricht "umgeschaltet" wird.)

Exp. 31: In einem 2-ear-shadow-Exp., in dem in das rejected ear mehrere mess. gegeben werden, wirkt sich die Anzahl der rejected mess. nicht auf die Fehlerzahl im shadowing aus. Die Ss hatten von der rejected keine Ahnung mit zwei Ausnahmen: ein S nannte einen Buchtitel eines dem S gut bekannten Autors, ein S erkannte den Namen eines von ihm kürzlich zuvor besuchten Landstriches. Treisman, A. 1964 b

Will man nun dieses "Durchschlagen" über den persönlichen Wert, die Bedeutung einer Nachricht für das Subjekt, modellieren, so ist es notwendig, alle Informationen einer Identifikation zu unterwerfen; das würde bedeuten, daß die Input-Identifikation eine weitgehend eigenständige Instanz darstellt, die von hoher Kapazität ist. Aufgrund dieser beiden Argumente ist ein eigenes Input-Identifikationsmodell vorgeschlagen worden.

Daneben gibt es noch ein intuitives Argument, das vor allem jene Leser werden nachvollziehen können, die eine höhere Geisteswissenschaft studiert haben: Geht man als Erstsemester in eine Philosophievorlesung, so wird man in der Regel nichts verstehen: Das bedeutet nicht, daß man die Sprache nicht versteht, denn man könnte jedes Wort mitsprechen und kennt auch die allermeisten, aber man versteht trotzdem nichts (dh. man hat weder das Problem des Vortragenden, noch kann man seine Worte in einen irgendwie gearteten Zusammenhang einordnen): Im Modell: Man kann wohl die Input-Identifikation vollziehen und die Worte des Vortragenden vom Reden der Kommilitonen und überfliegenden Flugzeugen trennen; aber das ankommende Signal der I.I. findet keinen Aufhänger im weiteren Modell.

2. DAS INFORMATIONEN-VERARBEITUNGSMODELL

2.1 Die vier Teilbereiche, aus denen sich das Modell zusammensetzt.

Das Input-Identifikationsmodell liefert also nun ein Signal, dh. es liefert eine Information darüber, zu welchem Element des Repertoires ein einlaufender Input gehört, was also, bezogen auf das, was ein Subjekt schon kennt, in den Sinnen "los" ist. Dieses Signal nun unterliegt einer Weiterverarbeitung. Denn - empirisch gesprochen - gibt das Modell jetzt nur ab, daß es sich bei diesem Reiz um "Pik Acht", bei jenem um "Herz Dame" handelt, daß das, was unser Ohr erreicht hat, das Wort "Max" war, daß das, was wir da sehen, Bäume, Autos usw. sind. Das sind Informationen, mit denen wir arbeiten können, aber auch arbeiten müssen. Manche davon brauchen wir, um dem Versuchsleiter Auskunft zu geben, was wir im Tachistoskop sehen; andere bringen uns dazu, den Kopf in die Richtung zu drehen, aus der wir angerufen worden sind; andere brauchen wir, um unser Fahrzeug nicht an einen Baum zu steuern oder mit dem Gegenverkehr zusammenzustoßen, usw. Was mit dem Signal von der Input-Identifikation geschieht, soll, soweit es im Rahmen der kognitiven Aktivität bleibt (wie ja schon ausgeführt worden ist), im Informations-Verarbeitungsmodell modelliert werden. Dieses Modell soll, aufgegliedert in seine vier Teilbereiche, kurz durchlaufen werden, damit man in der Lage ist, sich eine Vorstellung davon zu machen, was noch kommen wird.

Die vier Teilbereiche seien zunächst einfach genannt:

- Codierung
- Auswahl des relevanten Bereiches
- Effektabschätzung
- Verarbeitung.

Warum es diese vier sind, was sie miteinander zu tun haben, und was sie leisten können, soll kurz angerissen werden.

a) Codierung

Einem aufmerksamen und terminologisch bewanderten Leser wird sofort aufstoßen, daß die Codierung und die Input-Identifikation dasselbe sind: die Input-Identifikation ist nichts anderes als eine Codierung eines sensorischen Inputs in ein Repertoire. Und auch der Teil "Codierung" tut genau dasselbe: Er bildet ein Signal auf ein Repertoire ab. Der Grund dafür ist nun allerdings nicht das Sprichwort: "Doppelt gemoppelt hält besser", sondern eine Festsetzung über die Natur des Repertoires, auf die sich das Coding in diesem Fall bezieht.

Betrachten wir die Experimente 22 und 71:

Exp. 22: Läßt man Schachspieler auf einem Brett eine Wahrscheinlichkeitsposition des 21. Zuges aufstellen, so raten Meister nicht besser als normale Spieler. Läßt man jedoch beide eine Position aus einem Spiel (21. Zug) für 5 sec. ansehen, und sie diese Position rekonstruieren, so sind Meister den Normalen deutlich überlegen. (Sie schaffen im ersten Versuch 91% Treffer gegen 41% bei Normalen, im 8. Versuch 100% gegen 96%, und Normale haben auch im 12. Zug erst 97% Treffer. Eine Wahrscheinlichkeitsposition "21. Zug" ist dagegen Meistern und Normalen im ersten Versuch überlegen: sie hat 44% Treffer (dies gilt natürlich für den Rateversuch).) de Groot, A. 1966

Exp. 71: Läßt man Ss Stories lernen, so ist beim Erinnern die Geschichte kürzer, in der Sprache moderner, ihr innerer Zusammenhang größer und konsequenter als das Original. Diese Fehler

wachsen in der Zeit an, die Länge der erzählten Story ändert sich meist nicht. Ss raten oft, statt zu erinnern, ohne es zu merken. Bartlett 1932 "Remembering", zit. in Norman 1969, 136

In beiden Fällen können wir feststellen, daß eine Informationsreduktion stattgefunden hat: die Schachspielmeister sehen auch nichts anderes als die anderen Spieler (im Modell: beide haben dasselbe SIGNAL), aber die Meister können besser organisieren, können größere Redundanz bilden, und sich deshalb mehr und schneller merken. Die Speicherung der Geschichten zeigt dasselbe: die Inputs werden so organisiert, daß optimal viel gemerkt wird, ohne daß der Aufwand ein bestimmtes Maß überschreitet. Man kann sich auch leicht vorstellen, daß, sollte man sich eine Geschichte merken, man nicht versuchen wird, Folgen von Wörtern zu speichern, sondern daß man versuchen würde, die verschiedenen Stationen der Geschichte, ihre "Punkte", das dramatische Gerüst, oder ähnliche markante Punkte zu behalten, um die sich jederzeit Schilderungen, Personen, Beschreibungen von Landschaften und ähnliche Bestandteile von Geschichten gruppieren lassen. Daß dies möglich ist, soll im Modell durch die Codierung ermöglicht werden. Es ist dabei keine Frage, daß wir in den beiden genannten Beispielen Codierungen höherer Art vorliegen haben, die wesentlich mehr mit Superzeichenbildung (wie kybernetisch angehauchte Pädagogen sagen würden) zu tun hat, als mit dem Aussuchen der richtigen Elemente aus einem Repertoire, wie es die Input Identifikation tut.

Diese "höhere Art" der Codierung haben wir in unseren Definitionen des "Repertoire"-Begriffs schon offengehalten: Im Input-Identifikationsmodell war nicht davon die Rede, ob die verwendeten Repertoires gewöhnliche oder geordnete Repertoires sein sollen. Im Informationsverarbeitungsmodell sind alle auftretenden Repertoires geordnete Repertoires; das bedeutet, daß das in ihnen liegende Material in irgendeiner Weise organisiert ist.

Könnte man zB. für das Input-Identifikationsmodell noch eine zufällige Ordnung der Elemente annehmen, ohne die Funktion dieses Modells zu beeinträchtigen (geordnete Repertoires wären hier lediglich "schneller" als zufällige), so wird man das im Informationsverarbeitungsmodell nicht mehr können. Darüber wird noch genauer zu reden sein; zunächst ergibt sich als Konsequenz der Verwendung organisierter Repertoires die Einführung eines Codierungsschrittes, der das Signal aus der I.I. auf solche Repertoires bezieht. Wieder etwas anschaulicher gesprochen: Reichhaltige Romane kann man in seinem Leben öfters lesen; wenn man sie nun in verschiedenen Situationen liest, so kann es geschehen, daß eine Szene, die man als anheimelnd in Erinnerung hat, einem plötzlich trivial und unpassend erscheint; andere Szenen, die man vor dem Überlesen hatte, wird man auf die eigene Situation beziehen können usw. Es ist hier gut möglich, daß man das zweite Mal einen Roman liest, der sich vom ersten wesentlich unterscheidet, daß man ihn um Nuancen oder auch um große Teile anders rezipiert, daß sich Einsichten, Parallelen, ja sogar das, was man an dem Werk für das Wesentliche gehalten hatte, nun anders darstellen. Ebenso wird es uns ergehen, wenn wir mit jemand anderem über dieses gleiche Werk sprechen: Er wird andere Dinge ins Licht stellen als wir, andere Szenen erinnern, andere Deutungen abgeben. Daß dies möglich ist, obwohl sicher in allen Fällen, wieder im Modell gesprochen, dieselben Signale aus dem I.I.-Teil kommen, soll uns der Codierungsschritt ermöglichen: Ein SIGNAL als zu dem und dem Komplex gehörig zu erkennen. Das schließt natürlich ein, daß gleiche Signale nicht in jedem Augenblick in gleiche Repertoires codiert werden müssen: Wir verwenden verschiedene Repertoires, je nachdem, ob wir mit den Skiern einem Baum ausweichen müssen, mit Pfeil und

Bogen auf ihn zielen, oder ihn malen oder beschreiben wollen.

b) Auswahl des relevanten Bereiches

Erinnern wir uns an die Tatsache des "Durchschlagens" von Nachrichten, die erwähnt wurde um zu rechtfertigen, warum ein eigener Input-Identifikationsteil vorgeschlagen wurde (im zweiten Argument). Dieses Durchschlagen einer bis dahin unbeachteten Nachricht kam zustande, weil, nach der dort gegebenen Interpretation, die Nachricht relevanter war als die bisher beachtete. Wenn diese Interpretation zutrifft, dann braucht das Modell einen Mechanismus, der eine Entscheidung darüber trifft, welches Signal (und damit mittelbar: welche Wahrnehmung) zur Weiterverarbeitung gelangen soll. Eine ähnliche Entscheidung über die in einem Zeitraum zugelassenen Modelle (also geordneten Repertoires, die zur Codierung eines SIGNALS benötigt, bzw. verwendet werden) erfordert auch die Modellierung des folgenden Experiments:

Exp. 139: Verschiedene Bezahlung hat auf das Erinnern von Trigrammen keinen Einfluß. Wird den Ss jedoch gesagt, es gebe Geld für das Erinnern, eine Füllaufgabe (mathematische Probleme), für beides oder für keines der beiden, so wird für die Trigramm-Bezahlung die Füllaufgabe schlecht ausgeführt und hohes "rehearsal" (das stille, innere Aufsagen) berichtet; bei Bezahlung der Füllaufgabe ist die Leistung darin sehr hoch, das Erinnern schlecht, und es gibt kaum Berichte von "rehearsal".
Montague, Hillix, Kiess & Harris 1970

Hier kann man erkennen, daß durch die verschiedene Wertigkeit der verschiedenen Aufgaben verschiedene Tätigkeiten anderen vorgezogen werden, und zwar Tätigkeiten kognitiver Art. Der Modellteil "Auswahl des relevanten Bereichs" soll die Möglichkeit schaffen, im Modell eine

Auswahl darüber zu treffen, wofür die Kapazität des Informationsverarbeitungsmechanismus genützt werden soll, welchen Inputs also der Vorzug zu geben ist; ja sogar, ob die Kapazitäten überhaupt freigegeben werden (man denke etwa daran, daß man die Umwelt nach Möglichkeit mißachtet, wenn man wichtigen Gedanken nachhängt; oft so sehr, daß man einen Laternenpfahl umarmt). Im Alltag sind viele solcher Situationen bekannt, die meist mit der Redewendung "er hat etwas anderes im Kopf" beschreiben, daß jemand bei einer Sache nicht "bei der Sache ist", weil er im Kopf etwas anderes tut. Wie dies zustandekommt, und wonach sich die Auswahl der Bereiche richtet, mit denen die Kapazität der Info-Verarbeitung ausgelastet wird, soll im Teil "Auswahl des relevanten Bereichs" Gegenstand der Betrachtung werden.

c) Effektabschätzung

Erinnert man sich an die "2-Ohr-2-Nachrichten"-Experimente, so wird aufgefallen sein, daß die mitzusprechenden Texte in ihrem Sinn sehr oft nicht verstanden werden, und daß nur einfache Texte noch eine zureichende Verarbeitung erfahren. Der daraus zu ziehende Schluß, daß es gar nicht so schwierig ist, den Kopf zu überlasten, dh. die Kapazitätsgrenze der kognitiven Verarbeitung zu erreichen, läßt auch eine Frage danach zu, ob es nicht erforderlich ist, eine Instanz im Modell zu haben, die sagt, wieviel der kognitiven Kapazität für ein bestimmtes Problem zur Verfügung gestellt wird. Denken wir uns etwa den Fall, daß einer an einem Problem herumdenkt, und denkt und denkt, und findet keine Lösung: hier brauchen wir eine Instanz, die in der Lage ist, eine Schätzung darüber abzugeben, ob es sich lohnt, noch weiter dieses Problem zu wälzen, ob es eine Wahrscheinlichkeit gibt, daß eine Lösung möglich ist usw.

Das Experiment 145 zeigt meines Erachtens, daß es eine solche Instanz im Modell geben muß, weil darauf Einfluß

genommen werden kann, wie lange und intensiv, wie erfindungsreich und vielfältig Ss nach Problemlösungen suchen:

Exp. 145: Bei einem "Hatrack"-Problem (Ss sollen aus zwei Stöcken und einer C-Klammer eine Kleideraufhängung herstellen) schneiden Ss, denen man die Instruktion gibt, aktiv zu sein, besser ab als Kontroll-Ss: sie zeigen mehr Aktivität und mehr Lösungen in einem 30-min-Limit; in der Kontrollgruppe war die Aktivität der Löser größer als die der Nichtlöser.

Kaufmann, G. & Raaheim, K. 1973

Es gibt aber auch den umgekehrten Fall: Eine Situation ist zur Genüge bekannt, und nun, nachdem nichts Neues mehr zu erwarten ist, schaltet die Aufmerksamkeit für diese Situation einfach ab, und es werden neue Aktivitäten aufgenommen. Einen tragischen Anstrich erhalten diese Vorgänge immer wieder bei Bahnwärtern, die oft gerade wegen ihrer einfachen Arbeit die Aufmerksamkeit für ihre eigentliche Aufgabe vermissen lassen. Experimentell sind diese Vorgänge in den sog. "vigilance"-Studien untersucht worden, von denen eine hier zitiert werden soll, aus der man erkennen kann, daß die Variable des erwarteten Effekts Einfluß darauf hat, ob Kapazitäten für eine Aufgabe frei gemacht werden oder nicht, und daß das Modell einen Teil brauchen wird, der sich mit dem Problem der Kapazitätsverteilung befaßt.

Exp. 156: Bei einem Wachsamkeits- wie einem "tracking"-Exp. (Ss müssen durch eigene Aktivität zwei Marken, von denen sich eine S-unabhängig bewegt, zur Deckung bringen) zeigen Ss einen sign. Endspurt (= Verbesserung der Leistung), wenn man sie glauben macht, sie hätten 90% der Aufgabe hinter sich (obwohl Fragebogendaten nichts Gemeinsames über die Bedeutung von "90%" anzeigen). Catalano, J.F. 1973

d) Verarbeitung

In diesem Teil des Modells ist nun die Verarbeitung des codierten Signals Gegenstand der Betrachtung. Sie ist, wie ja auch der Name des Modells schon sagt, das Kernstück, und braucht an dieser Stelle nicht näher entfaltet zu werden.

Diese Hinweise auf die vier Teile, in die sich das Modell zur Not zerlegen läßt, sollen genug sein, um zu erklären, warum das Modell in diesen vier Schritten entfaltet werden soll. Es sind damit natürlich noch keine Ergebnisse genannt; aber vielleicht ist erkenntlich, welchen Weg der Aufbau des Modells gehen wird.

In der Form wird sich dieser zweite Modellteil der Informationsverarbeitung nicht vom schon verwendeten Verfahren unterscheiden. Der erste Schritt wird also wieder sein, auf der Basis ausgewählter Tatsachen ein formales Modell zu erstellen; wenn dann die Beziehungen der verschiedenen im Modell verwendeten Variablen geklärt sind, kann das Gesamtmodell anhand der gesamten herangezogenen Tatsachen auf seine empirische Trifftigkeit untersucht werden.

2.2 Das Modell

2.2.1 Die Auswahl des relevanten Bereichs

In einem ersten Schritt ist es gut, einige Dinge aufzugreifen, die in den vorbereiteten Klärungen schon erwähnt wurden: Zunächst bedient sich das Verarbeitungsmodell eines bestimmten Typs von Speicher, und zwar, wie über die Codierung schon gesagt wurde, werden solche Repertoires verwendet, in denen mindestens einige Elemente bedingte Folgewahrscheinlichkeiten haben, was bedeutet, daß in diesen Repertoires auf die Realisierung mindestens eines Elements ein zweites mit höherer Wahrscheinlichkeit folgt als ein drittes. In einem Beispiel: Man kann das Alphabet der deutschen Sprache als ein ungeordnetes Repertoire betrachten, in dem alle Buchstaben die gleiche Auftretenswahrscheinlichkeit haben. Die Verwendung dieses Alphabets in der deutschen Sprache zeigt aber, daß es sich hier in Wahrheit um ein geordnetes Repertoire handelt (nach unserer Definition jedenfalls), da zum Beispiel für die Buchstaben "h" und "x" bezüglich des Buchstabens "c" durchaus verschiedene Auftretenswahrscheinlichkeiten gelten, dh. wenn "c" aufgetreten ist, folgt zwar nicht immer "h", aber "h" ist doch sehr viel häufiger (und daher sehr viel wahrscheinlicher) als "x" ("ch" gibt es viele, aber "cx" fast nie, oder nie).

Für das Identifikationsmodell war über die Eigenschaft der verwendeten Repertoires nichts festgelegt worden; für das Verarbeitungsmodell wollen wir uns darauf festlegen, daß hier nur geordnete Repertoires in Frage kommen. Dabei soll nochmals an die Definition erinnert werden:

Ein geordnetes Repertoire oder Modell ist ein Repertoire, das Elemente bedingter Wahrscheinlichkeit enthält.

Der Klarheit wegen wollen wir bei geordneten Repertoires in Zukunft von MODELLEN sprechen. (Diese Sprachregelung soll natürlich eine gewisse Vorstellung naheliegen von Zusammenhängen von Elementen, die so etwas wie Abbildungen eines Gegenstandsbereiches, oder Modellierungen eines Sachverhalts sind, also subjektinterne Modelle der Umwelt, bei denen ein Kybernetiker von "internem Modell" sprechen würde (vgl. etwa KLAUS 1969). Es soll aber darauf verwiesen werden, daß solche etwas anschaulicheren Deutungen, die durch den Begriff des Modells nahegelegt werden, den definierten Begriff bei weitem nicht ausschöpfen.) Damit enthält das Gesamtmodell nun zwei Arten von Repertoires: normale Repertoires und geordnete Repertoires, die Modelle. Es soll nun vereinbart werden, daß beide Typen in einem einzigen Speicher versammelt werden:

DF: Instanzen der Variablen REPERTOIRE SPEICHER seien Repertoires $R_1 \dots R_n$

REPERTOIRE SPEICHER umfaßt damit also sowohl die normalen Repertoire wie die Modelle, und kann uns damit für das Problem der Auswahl des relevanten Bereiches als die "Speisevariable" dienen für alle Modelle, die für die Auswahl bereitzustellen sind.

Formuliert man das Problem des Teiles "Auswahl des relevanten Bereiches" etwas großzügig, so kann das folgendermaßen lauten: Durch ein SIGNAL aus I.I. wird der REPERTOIRE SPEICHER angesteuert und um ein passendes MODELL gebeten. Nun kann es aber sein, daß in einer gleichen Zeitspanne zwei verschiedene Modelle durch SIGNAL angefordert werden (die schon mehrfach erwähnten ear-message-Experimente sind dafür ein Beispiel), es kann auch sein, daß momentan ein früherer Input in Bearbeitung ist, der wichtiger ist als das, was von SIGNAL gerade nahegelegt wird (etwa: eine Frage oder Anrede überhören, weil man gerade etwas Wichtiges überlegt); es kann aber auch sein, daß sich herausstellt, daß ein bestimmtes Modell, mit dem zu arbeiten versucht wurde, sich

als unbrauchbar erweist (etwa wenn man für die Lösung einer mathematischen Aufgabe eine falsche Strategie gewählt hat), und daher ein anderes Modell gewählt werden muß.

In allen diesen Fällen muß eine Auswahl zwischen konkurrierenden Modellen getroffen und festgelegt werden, welches Modell denn nun zugelassen werden soll.

Um das Problem etwas schärfer zu fassen:

Bislang haben wir als Einflüsse auf die Auswahl eines Modells einerseits eine Variable der Input Identifikation, andererseits ein gerade in Bearbeitung befindliches Modell; gegen beide Einflüsse muß sich ein Modell, das gerade freigegeben werden soll, durchsetzen. Wir könnten das Problem also dann lösen, und erreichen, daß nur ein Modell tatsächlich freigegeben wird, wenn wir jedem Modell so etwas wie einen Wert zuordnen würden, also eine Zahl, deren Höhe darüber bestimmt, ob das Modell soundso sich gegen die anderen Modelle, die zu einem bestimmten Zeitpunkt angefordert werden, durchsetzen kann. Das könnte bedeuten, daß die Input Identifikation Modell a anfordert, daß momentan aber Modell b in Bearbeitung ist, zugleich aber damit nicht viel Staat zu machen ist, und es besser erscheint, für die Lösung des gerade laufenden Modells Nummer c einzusetzen. Wäre dann das Subjekt ein Schüler, die Modelle b und c mathematischer Art, und Modell a durch das Problem gegeben, daß sein bester Freund und Nachbar ihm eine Frage über die nächsten Elektronikbauabsichten stellt, so wäre vielleicht der Wert des Modells a dem der Modelle b und c weit überlegen, und es würde zugelassen: der Schüler würde dem Unterricht nicht mehr folgen und sich mit dem Nachbarn unterhalten. Um diese Modellierung über einen Wert, der den Modellen zugeordnet ist, zustandezubringen, bedarf es nun einiger Präzisierungen:

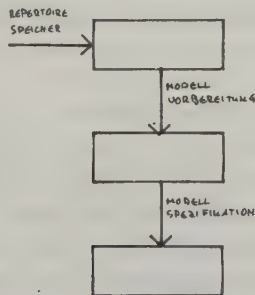
Wir benötigen eine Instanz, in der alle zu vergleichenden Modelle zu einem bestimmten Zeitpunkt vorliegen. Diese Instanz, oder Variable, möge "Modell Vorbereitung" oder abgekürzt "Vorb" heißen, und sei folgendermaßen definiert:

DF: Instanzen der Variablen MODELL VORBEREITUNG seien Modelle $M_i, M_j \dots$ in einem Zeitintervall $t_i - t_j$

Das nach dem Vergleich der Werte nun tatsächlich verwendete Modell erhält eine Variable namens "Modell Spezifikation". Dabei ist für die Definition zu berücksichtigen, daß ein solches Modell nicht für einen Zeitpunkt ausgewählt werden kann: Es muß ja für die ganze Zeit der Codierung, der Verarbeitung und der Effektabschätzung vorliegen. Deshalb ist es günstiger, diese Variable für ein Zeitintervall zu definieren:.

DF: Instanzen der Variablen MODELL SPEZIFIKATION seien Modelle M_k in einem Zeitintervall $t_i - t_j$

Diese Definitionen ergeben zunächst folgende Kette:



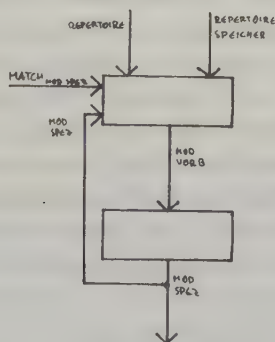
Nun war davon die Rede, daß auf die Auswahl von Modellen eine Variable der Input Identifikation und eine Variable der Modellbearbeitung Einfluß nehmen; beide würden den Effekt haben, daß konkurrierende Modelle vorliegen. Wir können also den Einfluß beider Variablen durch ein Einwirken auf MODELL VORBEREITUNG modellieren (weil sie mit der Anforderung von Modellen zu tun haben, also der Bereitstellung zum Entscheidungsprozeß). Nur: welche Variablen könnten das sein?

Für den Fall, daß ein Modell keine hinreichende Bearbeitung einer Information gestattet, ist noch keine Variable vorhanden; es müßte dies ja eine Variable sein, die zum Teil der Informationsverarbeitung gehört und ein feedback darstellt, das mitteilt, ob ein Modell sich als geeignet erwiesen hat oder nicht. Wir müssen daher eine solche Variable definieren. Sie soll wieder eine Variable sein, die eine Verarbeitung anzeigt, wie ja auch I.I.-MATCH eine war. Sie heiße daher MATCH und muß im Vorgriff, daher etwas unverständlich definiert werden:

DF: Instanzen der Variablen MATCH seien Elemente e_r , welche durch $Reg_j, Reg_k...$ und e_j, e_k aus M_k gegeben sind.

Was damit gesagt ist, ist, daß eine Information auf ein Modell codiert worden ist, also auch in Abhängigkeit von dieser Codierung verarbeitet wurde; das Resultat heißt MATCH. Einen etwas anders gelagerten Fall gibt es im Rahmen der Anforderung von Modellen durch die Input Identifikation. Denn hier liegen ja schon Variablen vor. In der etwas großzügigen Formulierung des Problems war oben die Rede davon, daß die Modelle durch das SIGNAL angefordert werden. Nachdem nun aber nach unserer Definition Modelle in Zeitintervallen spezifiziert werden sollen, muß bedacht werden, daß auch eine Menge von Signalen in ein und dasselbe Modell fallen kann (sonst wäre es ja denkbar, daß beim Anhören einer Rede zu nahezu jedem neuen Wort ein Modell ausgewählt werden soll). Deshalb erscheint es als ungünstig, den I.I.-Einfluß auf die MODELL VORBEREITUNG über SIGNAL zu modellieren, weil, wieder etwas salopp gesprochen, SIGNAL nicht den "Überblick" hat, den es zur Modellauswahl braucht. Stattdessen können wir diesen Einfluß über das REPERTOIRE der Input-Identifikation modellieren: diese Variable enthält dieselben Informationen wie auch SIGNAL, abgesehen von der Begrenzung auf einen Zeitpunkt, der ja in der Abbildung des Repertoires auf den Input gegeben ist (durch REP.REAL), und ist daher intuitiv geeigneter, die Modellauswahl über

ein Zeitintervall zu beeinflussen. Ein weiterer Hintergedanke dieser Entscheidung ist auch die Überlegung, daß es ja möglich sein könnte, falls es sich bei den I.I.-relevanten Repertoires um Repertoires mit einer gewissen Ordnung oder Struktur handeln würde, daß ja auch die verschiedenen Repertoires in Repertoire Speicher in gewissen Ordnungen aufeinander bezogen sein könnten. Das bedeutet, daß, wenn das und das I.I.-Repertoire benötigt wird, dann auch nur mehr bestimmte Modelle für die Verarbeitung in Frage kommen. Diese Frage zu beantworten ist jedoch erst möglich, wenn man genauer sagen kann, wie diese Repertoires und Modelle aufgebaut sind. Das soll und kann hier nicht geleistet werden; aber die Möglichkeit solcher Zusammenhänge wird durch die Modellierung des I.I.-Einflusses auf VORB durch die Variable REPERTOIRE des Input-Identifikationsteils jedenfalls nicht verbaut. Das Modellstück kann nun also wie folgt dargestellt werden:



Der Wert der einzelnen Modelle, der ja den Übergang von VORB auf SPEZ, also die Entscheidung zwischen konkurrierenden Modellen schaffen soll, taucht in diesem Modell nicht auf: Es war ja gesagt worden, daß der Wert der Mo-

delle diesen zugeordnet ist: er ist also keine Variable, die unabhängig von den einzelnen Modellen variieren kann, und braucht deshalb nicht eigens aufgeführt zu werden. (Sie könnte nicht einmal aufgeführt werden, weil ja keine einzelnen Modelle vorkommen, und somit die WERT-Variable der MODELL-VORBEREITUNGS-Variablen eindeutig zugeordnet werden müßte, wofür es gar keinen Ausdruck im Modell gibt.) Nun ist es keine Frage, daß diese Art der Modellierung für die Auswahl des relevanten Modells nicht hinreichend ist. Greifen wir nochmals das Schülerbeispiel auf: Der Schüler wird dieses Schwätzen mit dem Nachbarn natürlich unterlassen, und weiterhin seine Mathematik-Modelle gegeneinander abwägen, wenn er weiß, daß der Lehrer ihm bei der nächsten Unaufmerksamkeit eine Strafe aufbrummen wird: Der Wert eines Modells ist also nicht unveränderlich, selbst nicht in relativ kurzer Zeit; er kann sich in unserem Fall schon nach einer Drohung des Lehrers ändern. Offenbar steckt also hinter der Auswahl des relevanten Modells doch ein komplizierterer Mechanismus. Dies legen auch die schon erwähnten Experimente der "vigilance" nahe: Dieser Typ der Experimente stellt darauf ab, daß man die Subjekte bestimmte eintönige Leistungen vollbringen läßt; sie haben ein recht gleichmäßiges Resultat darin, daß nach einiger Zeit die Leistung beginnt abzusinken: je länger die Subjekte die Leistung erbringen müssen, desto schlechter werden sie, es sei denn, man bietet ihnen zwischendurch Abwechslung. Es seien zunächst drei dieser Experimente aufgeführt:

Exp. 142: Bei monotoner Arbeit (Drucken von kontinuierlichen Buchstabenpaaren) kann die Leistung von Ss durch die Einführung eines nicht-spezifischen Rauschens gesteigert werden.

McBain, W.N. 1961, in Eysenck 1964

Exp. 146: Sollen Ss in einer Arbeitsumgebung auf ein Warnsignal hin eine response geben, so liegen stünd-

lich und im Akkord bezahlte Ss in der Beachtung des Signals unter solchen, die Akkordlohn erhalten und bei Nichtbeachtung des Signals für 5 bzw. 10 Min. gesperrt werden.

McKelvey, Engen & Peck 1973

Exp. 151: In einem Vigilance Task beeinflusst ein Feedback die Leistung. Ss sind KR-Durchgängen (Knowledge of Result als Feedback) sig. überlegen über Durchgänge ohne KR. Dabei ist der Typ des KR-Feedbacks (ob die Response-Zeit für die Signal-Entdeckung einen hohen oder einen niedrigen Level hat) nicht von Bedeutung. Warm, J. et al 1973

Der Effekt der monotonen Tätigkeiten, wie sie für die "vigilance"-Experimente typisch sind, kann nun, was die kognitive Komponente betrifft, im Modell am besten dadurch simuliert werden, daß eine gleichmäßige Reizumgebung (oder ein gleichförmiges Input-Pattern) zusammen mit einer gleichförmigen Informationsverarbeitung (wie sie durch die Instruktionen gefordert ist) zu einer Vernachlässigung des für die Vigilance erfordernten Modells führt; das bedeutet, daß über die Effektabschätzung, über die noch zu reden sein wird, und über den Ausgang der Informationsverarbeitung die Input-Informationen als kognitiv erledigt behandelt werden, und daher die Kapazitäten für andere Zwecke wenigstens teilweise freigegeben werden, was sich in einem Nachlassen der Aufmerksamkeit äußert, und damit in sinkender Leistung. Was in dieser Modellierung also postuliert wird, ist eine Art "Habituation" der Aufmerksamkeit durch die monotone Umgebung. (Der Begriff der Habituation besagt, daß das mehrmalige Auftreten von Reizen, die anfänglich noch zu einer bestimmten Reaktion, wie etwa dem Orientierungsreflex, führen, langsam ein Abebben der Reaktion durch ihre Sättigung mit sich bringt. Modelliert wird dies, grob gesagt, dadurch, daß die Effektabschätzung feststellt, daß sich ein weiteres Beharren auf der Verarbeitung dieser Inputs kognitiv nicht

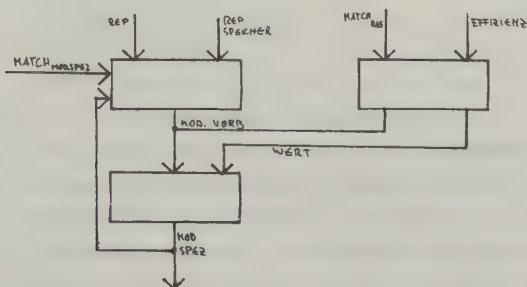
auszahlt.) Dazu paßt, daß in Exp. 142 eine Veränderung der Reizbedingungen diese abblockende Meldung der Effektab-schätzung aufheben kann. (Das Modell würde aber auch vor-aussagen, daß dieser Effekt nicht von langer Dauer sein wird, worüber mir keine Daten vorliegen.) Im Modell soll dies nun so aufgelöst werden, daß die Wert-Variable als eine eigenständige Variable eingeführt wird, die, wie das Exp. 142 nahelegt, durch eine Variable der Effizienzab-schätzung mit beeinflußt wird.

Eine andere Einflußgröße stellen die Exp. 146 und 151 vor: Hier geht der Einfluß über eine andere Wahrnehmung, näm-lich über das feedback der Leistung bzw, über die Wahrneh-mung, welche Rolle die Vigilance-Leistung auf die letzt-entliche Bezahlung der Arbeit hat. Diese beiden Experimen-te, und auch das schon in der Einleitung dieses Teils ge-nannte Exp. 142, in dem ein "Endspurt" hervorgerufen werden konnte, mögen rechtfertigen, einen zur Vigilance selber andersartigen kognitiven Akt mit seinem Resultat (Feed-back, Auswirkung auf die Bezahlung, vermutetes naheß Ende) auf den Wert des zur Vigilance verwendeten MODELLS Einfluß nehmen zu lassen.

Das Modell kann damit um die Wert-Variable erweitert werden, und zwar dergestalt, daß die zur Entscheidung in Frage kom-menden Modelle durch MODELL VORBEREITUNG zur Verfügung ge-stellt werden, und daß zwei weitere Variablen, nämlich EFFIZIENZ aus der Effizienzabschätzung und MATCH RESULTAT aus dem Verarbeitungsteil, auf den Wert der Modelle Einfluß nehmen. (Die beiden Variablen EFFIZIENZ und MATCH RESULTAT müssen hier noch undefiniert bleiben, da sie in den dazu-gehörigen Modellteilen expliziert werden sollen; wie sie ungefähr zu verstehen sind, ist hinreichend angedeutet.) Damit ist nun natürlich die Wert-Variable keine den Modellen zugeordnete Variable mehr, sondern muß, als von den einzel-nen Modellen, aber auch von EFFIZIENZ und MATCH RESULTAT abhängige eigenständige Variable im Modell aufscheinen. Sie möge folgendermaßen definiert sein:

DF: Instanzen der Variablen WERT seien Werte $W_1 \dots W_n$, die den Modellen $M_1 \dots M_n$ eindeutig zugeordnet sind, so daß jedes Modell M_j zu einem Zeitpunkt t_i genau ein Gewicht W_j hat.

Im Klartext: Der WERT ist eine Variable, die die Wahrscheinlichkeit dafür ausdrückt, daß ein bestimmtes Modell unter gegebenen Bedingungen von MODELL VORB auf MODELL SPEZ geschaltet wird. Das Bild zu dem hier Entfalteten sieht dann so aus:



Das Teilmodell über die Auswahl des relevanten Bereiches bietet nun also die Möglichkeit, sowohl vom Input-Identifikationsteil wie auch von der Informationsverarbeitung (durch gerade laufende Modelle in SPEZ, und durch die Möglichkeit eines Modellwechsels in MATCH) her eine Bereitstellung konkurrierender Modelle zu erzielen (in VORB, und zwar aus REP. SPEICHER). Es bietet ferner die Möglichkeit, aus den bereitgestellten konkurrierenden Modellen dasjenige auszuwählen, das in die weitere Verarbeitung kommen soll (SPEZ); das kann etwa bedeuten, daß eine Wahrnehmung bearbeitet, die andere vernachlässigt wird; das kann auch bedeuten, daß Außenweltinformationen nicht oder nur sehr begrenzt zur Verarbeitung kommen, weil die Kapazitäten durch andere Vorgänge ausgelastet sind. Dabei kann auf diese Auswahl des relevanten Modells sowohl über die Effizienzabschätzung wie auch über abgeschlossene Wahrnehmungen, die das Modell betreffen (MATCH RESULTAT) Einfluß genommen werden, indem diese Variablen den Wert der verschiedenen Modelle beeinflussen. Das Auswahlkriterium

für die Spezifikation eines Modells gegenüber anderen ist die WERT-Variable: sie entscheidet, welches Modell von den zur Verfügung stehenden das Wichtigste ist, und steuert den Übergang von MODELL VORBEREITUNG auf MODELL SPEZIFIKATION.

2.2.2 Codierung

Erinnert man sich an das, was über den Codierungsschritt gesagt worden war, so waren es zwei wesentliche Punkte: Erstens leistet das Codieren eine Informationsreduktion; zweitens leistet es die Beziehung eines SIGNALS auf ein Modell, also auf MODELL SPEZIFIKATION, wie wir schon genauer sagen können. Nachdem nun feststeht, daß die Repertoires des Verarbeitungsteiles Modelle, also geordnete Rep's sind, und Informationsreduktion ja nichts anderes darstellt als die Herstellung größerer Ordnung, so kann man leicht sehen, daß das erste nur die Kehrseite des zweiten ist. Um nun den Codierungsschritt nochmals klarzumachen, muß bedacht werden, daß ja die Input-Identifikation nicht dieselbe Informationsreduktion leistet wie die Codierung. Nehmen wir folgendes Beispiel: Man legt sich im Sommer ins Gras und schaut den Wolken zu. Zunächst ist kein Zweifel, daß die Formationen, die man sehen kann, zufälliger Art sind. Nach einiger Zeit wird man jedoch genauso sicher in den Formationen Hexen, Krokodile, Elefanten oder was immer erkennen. Dieser Effekt, der eine Organisation der an sich zufälligen Inputs (oder, im Modell gesprochen, SIGNALE) bedeutet, soll im Modell der Codierung zugesprochen werden. Über diese nichtwillkürlichen Effekte der Organisierung zufälliger Muster in irgendwelche redundante Gebilde gibt es auch kontrollierte Experimente mit zufällig aufleuchtenden Lampen etc., die alle zeigen, daß nach einiger Zeit die Codierung der Signale einsetzt, auch wenn es "objektiv" gar nichts zu codieren gibt (vgl. etwa KOHLER 1967). Das geht so weit, daß, würde man nicht um die Zufälligkeit der Patterns ganz genau, man an

eine verborgene Magie glauben würde. Wie wichtig diese Informationsreduktion durch den Codierungsschritt nun ist, mögen einige Beispiele aus der Erforschung des Lernens zeigen:

Exp. 32: Präsentiert man 2-silbige Wörter, die zueinander unverbunden sind, in verschiedenen Ordnungen, so ordnen Ss beim Erinnern die Wörter in Sequenzen, unabhängig von der gerade präsentierten Ordnung. Diese Ordnung wächst mit der Anzahl der Durchgänge, viele Organisationspattern sind bei versch. Ss ähnlich. Tulving 1962

Exp. 143: Gibt man in einer Erinnerungs-Aufgabe den Ss die Anweisung, das Material zu organisieren, so ist die Leistung im Erinnern sig. besser als ohne die Anweisung. Dasselbe gilt für eine Anweisung, daß ein Erinnern nur dann gefordert ist, wenn ein internes Organisieren möglich ist. Ornstein, Trabasso & Johnson-Laird 1973

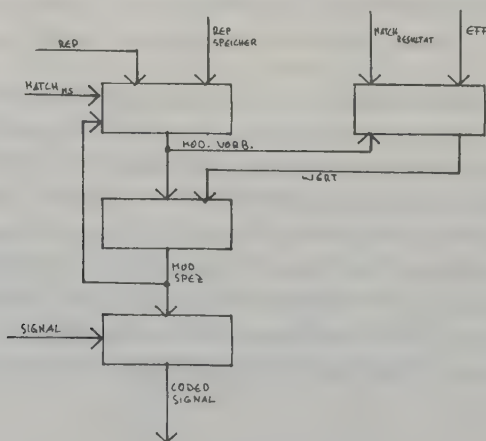
Exp. 40: Bei der Identifikation von Zufallsfiguren wächst die Fehlerzahl und die benötigte Zeit mit dem Anwachsen irrelevanter Dimensionen; Gruppen mit ästhetischem Training an Zufallsfiguren (Einschätzung nach der "pleasantness" der Figuren) schnitten aber besser ab als solche, die zu den Figuren Namen lernten. Rasmussen & Archer 1961

Wir wollen diese Experimente alle so modellieren, daß durch den Aufbau eines geeigneten Modells die Codierung der SIGNALE, also die Organisation des Stimulus-Materials, besser wird, daß also die Information der Stimuli abnimmt, und dadurch ein Arbeiten mit den Stimuli, sei es als Lernen, sei es als Identifikation oder was immer, natürlich einfacher wird, weil mit weniger Kapazität, mit höherer Redundanz und höherer Sicherheit gearbeitet werden kann. Die Vorteile eines Codierungsschrittes sind im Modell sehr

einfach zu erreichen: Wir sind ja in der Lage, schon aus dem Input-Identifikationsteil ein geeignetes Modell anzufordern, nämlich über REPertoire auf MODELL VORB einzuwirken. Wenn also das SIGNAL aus der I.I. kommt, kann schon ein MODELL SPEZ vorliegen, das uns die Codierung ermöglicht. Was bleibt ist lediglich, die Variable "Codiertes Signal" genau zu fassen. Dabei soll genauso verfahren werden, wie schon bei der Definition von SIGNAL: wir wollen den Zuordnungsbegriff benutzen und Codierung dahingehend verstehen, daß hier SIGNALE (also Abbildungen von SENS. INPUTS auf Elemente eines REPERTOIRES) den Elementen eines Modells zugeordnet werden. Der Begriff der Zuordnung ist natürlich wesentlich lockerer als der der Abbildung: Das ist daraus verständlich, daß über die Beschaffenheit der Signale und vor allem über die Organisation der verschiedenen Modelle gar nichts gesagt werden kann, daß aber erst dann, wenn hier Genaueres bekannt ist, diesen Zuordnungsbegriff würde schärfer fassen können. Es soll also die folgende Definition gegeben werden:

DF: Instanzen der Variablen CODIERTES SIGNAL seien Elemente e_j aus M_j zu einem Zeitpunkt t_i

Gelegentlich wird diese Variable auch einfach durch CODED oder COD abgekürzt. Mit dieser Definition erhalten wir unproblematisch die folgende Erweiterung des Modells:



2.2.3 Verarbeitung

Das CODIERTE SIGNAL kann nun, nachdem es auf ein bestimmtes Modell bezogen ist, zur Weiterverarbeitung kommen. Diese Verarbeitung der Information ist das Kernstück des zweiten Modellteiles. Hier muß geleistet werden, daß die neu hinzukommende Information, sehr allgemein gesagt, in einen Zusammenhang gebracht wird mit Informationen, die schon vorliegen. Wollen wir diesen wenig informativen Satz etwas auffüllen, so könnte man sagen, daß es in der Informationsverarbeitung darauf ankommt, eine Information so aufzubereiten, daß sie einem bestimmten Kriterium genügt.

Wir werden also zwei Probleme erhalten:

Erstens die Ausbildung eines Kriteriums, nach dem die Verarbeitung erfolgt, und das den Prozeß der Verarbeitung kontrolliert und steuert.

Zweitens die Anwendung von Verarbeitungsverfahren auf die Information, die es ermöglichen, das Kriterium auch zu erreichen. Erinnt man sich nun kurz, welche verschiedenen Leistungen als Leistungen der kognitiven Verarbeitung in Frage kommen (wie etwa eine Frage beantworten, Schach spielen, eine Reise planen, einem Vortrag zuhören etc.), so wird auch sofort einleuchten, daß eine Theorie der kognitiven Verarbeitung einen sehr allgemeinen Level anstreben muß. Das Resultat der Modellierung wird also sehr abstrakt ausfallen.

Nehmen wir einen ersten Einblick zunächst zur Frage nach dem Kriterium der Verarbeitung:

Es gibt einige Experimente über die Verarbeitung von Informationen, die den Schluß zulassen, daß etwas desto besser gelernt, verarbeitet wird, je größer der Zusammenhang ist, der zwischen den einzelnen Informationen besteht:

Exp. 27: Die Präsentation von Kontext bei der tachistoskopischen Präsentation von Wörtern erleichtert das unabsichtliche Lernen (incidental learning).
Morton, J. 1964

Exp. 48: Läßt man Ss eine Liste von Wörtern für 5 sec. ansehen, so ist die Erinnerungsleistung nach 15 min. desto höher, je häufiger ein Wort der Liste mit anderen Wörtern der Liste in einem Assoziationstest assoziiert wird. Rothkopf & Coke 1961

Andere Experimente zeigen, daß auch die Unzweideutigkeit des Zusammenhangs die Verarbeitung fördert:

Exp. 33: Der recall von Wortlisten ist bei "intentional learners" ("Merkt euch möglichst viel") größer als bei "incidental learners" ("Schätze die Stimme des Vorlesers ein"). Mittlerer recall bei beiden Gruppen um so besser, je näher die Listen der statist. Struktur des Englischen kommen. Läßt man beide Gruppen Wörter in Satzlücken einsetzen, so ist bei beiden Gruppen der recall desto größer, je größer der Kontextzusammenhang der Wörter ist, bis er bei starken Zusammenhängen wieder abnimmt.
Postman & Adams: Studies in incidental learning VIII: The effects of contextual determination
J.Exp.Ps. 59, 1960, S. 153-164

Schließlich spielt es für die Verarbeitung auch eine Rolle, ob ein Zusammenhang gestiftet werden kann, ob es also gute Strategien gibt, einen Zusammenhang herzustellen:

Exp. 154: In einer Lernaufgabe, in der Ss zwischen Objekten Assoziationen herstellen sollen, schneiden Ss, die "unübliche Assoziationen" machen sollen, über solchen mit "üblichen" ab (und zwar im absichtlichen (intentional) wie unabsichtlichen (in-

cidental) Lernen). "Humorvolle" Assoziationen erleichtern das incidental learning. Intentional learning differenziert die Ss in IQ-Gruppen, intentional nicht. Hauck, W. & Thomas, J.W. 1972

Exp. 106: Sollen Studenten Listen lernen, so schneiden Ss nach einigen Stunden Lernpraxis nicht besser ab als solche ohne Lernpraxis. Werden die Ss aber in Techniken des Merkens unterrichtet, so sind sie nach demselben Lernaufwand viel besser.

Woodrow 1927 in Norman 1969, S. 100

Soweit, so gut, und diese Experimente verleiten dazu, zu sagen, daß je höher die Ordnung, je größer die Redundanz ist, die eine Verarbeitung herzustellen vermag, desto besser gelernt wird, und darauf zu schließen, daß größtmögliche Redundanz das Ziel und daher auch das Kriterium der Verarbeitung sein könnte. Nun gibt es allerdings auch scheinbar gegenteilige Befunde, in denen gerade die Unsicherheit eines Zusammenhangs, die Unklarheit das Lernen erleichtert, und in denen die Bereitschaft, eine Information aufzunehmen, gerade durch die Ungewißheit gefördert wird:

Exp. 132: Beim incidental learning recall werden unscharfe Bilder sowohl beim sofortigen als beim verzögerten Erinnern besser behalten als scharfe Bilder von Objekten. Dieser Effekt tritt beim intentional learning nicht auf. Die Bilder dürfen aber nicht zu unscharf sein (dh. vermutlich: es muß noch etwas erkennbar sein). Ferner lernen die Ss auch dann die unscharfen Bilder incidental, wenn sie nicht wissen, daß ihnen die scharfen gezeigt werden. Berlyne, D. & Normore, L. 1972

Exp. 130: Sollen Ss auf einer Liste von Stellungnahmen, auf der die Namen von 2 oder 3 möglichen Autoren jeder Stellungnahme angegeben sind, und zugleich, wieviele von 100 Lehrern die jeweiligen Namen als

Autoren vermutet haben, ankreuzen, von welchen 12 der 28 Stellungnahme sie den echten Autor wissen wollen, und diese 12 in eine Reihenfolge bringen, so ist diese "epistemische Neugier" desto größer, je mehr Autorenalternativen es gibt (3 über 2), und je gleicher die Lehrerurteile auf die Autoren verteilt sind. Berlyne 1962 in Berlyne 1966, S. 261ff

Exp. 140: Zeigt man Ss eine Liste von Fakten, und gibt ihnen dann einen offenen Fragebogen, so erinnern Ss, die zusätzlich zu Anfang eine Liste von multiple choice Fragen erhielten, sign. mehr Fakten. Es war auch wahrscheinlicher, daß Ss Fakten erinnerten, die Antworten auf Fragen waren, welche sie in einem Vor-Fragebogen als die sie am meisten interessierenden angekreuzt hatten. Berlyne, D.E. 1954, in Berlyne 1966, S. 269

Einmal ist also der große, einmal der kleine Zusammenhang, einmal die hohe, einmal die geringe Redundanz von Vorteil. Betrachten wir jedoch den feinen Unterschied, daß klassisch gesprochen, die Experimente der ersten Gruppe solche zum Lernen, die der zweiten solche zur Motivation sind, so kommen wir schon auf einen Weg, um beide Gruppen in einem Modell zu simulieren: Die verschiedenen Sachverhalte werden in verschiedene Schritte des Modells gepackt. Dann können wir daran festhalten, daß, wie die erste Experimentgruppe nahelegt, das Ziel der Verarbeitung, also das gesuchte Kriterium, die Herstellung größtmöglicher Ordnung oder Redundanz ist; die zweite Gruppe fassen wir in einen Schritt, der gewährleistet, daß der einmal eingeschlagene Verarbeitungsweg so lange offengehalten wird, bis das Kriterium erreicht ist.

Die beiden Probleme, die am Anfang formuliert wurden, können also jetzt in folgende beiden Fragen umformuliert und damit auch schon präzisiert werden:

Erstens, was das Verarbeitungskriterium betrifft:

Was heißt "Ordnung" und von welchen Faktoren hängt sie ab?
Zweitens, was die Verarbeitung selbst betrifft:
Wie wird Ordnung hergestellt?

Zur ersten Frage:

Das Verarbeitungsmodell arbeitet ja mit geordneten Repertoires, dh. solchen, die sich in ihrer Ordnung von Zufalls-repertoires unterscheiden. Die Ordnung eines Modells kann man also etwa so verstehen, als handle es sich dabei um eine Kennzahl eines Modells, die angibt, wie stark geordnet es ist. Würde man eine solche "Kennzahl" als Kriterium der Verarbeitung ansetzen, dann würde sich das so auswirken, daß Informationen, die die Ordnung eines Modells ändern, so lange zu bearbeiten wären, bis diese Kennzahl wieder übereinstimmt mit der tatsächlichen neuen Ordnung des Modells.

Diese Kennzahl könnte für einzelne Modelle aus zwei Faktoren bestehen: einerseits dem Verhältnis der Anzahl paarweiser Relationen bedingter Wahrscheinlichkeiten zwischen den Elementen zur Gesamtzahl der Elemente eines Modells, andererseits dem Verhältnis der Summe der Höhe der bedingten Wahrscheinlichkeiten zur Anzahl der paarweisen Relationen. Verknüpft man beide Faktoren (was einer genaueren Analyse der Strukturen der Modelle vorbehalten bleiben muß), so erhält man einen Ordnungswert für ein Modell M_k zu einem Zeitpunkt t_i . Diese Ordnungswerte seien Inhalt der Variablen ORDNUNG:

DF: Instanzen der Variablen ORDNUNG seien Ordnungswerte $O_1 \dots O_n$, so daß zu einem Zeitpunkt t_i genau ein Wert O_j vorliegt.

Aus dieser Definition ist ersichtlich, daß verschiedene MODELLE hinsichtlich der Anzahl der Relationen ihrer Elemente, wie auch der Stärke des vom Zufall verschiedenen Zusammenhangs der Elemente unterschieden werden können. Wenn zwei solche Modelle gleich mächtige Mengen wären, deren eine nur, sagen wir, drei gerichtete zweistellige Relationen enthielte, die überdies nur schwach überzufällig sind, so würden wir also sagen müssen, daß dieses eine

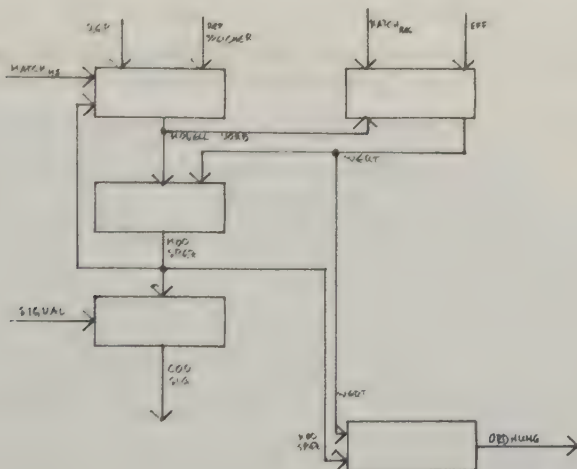
Modell eine geringere Ordnung besitzt als das andere, das zehn zwei- und mehrstellige Relationen enthält, die zum größten Teil hochwahrscheinlich zusammenhängen. ORDNUNG ist also zunächst, wie auch WERT in der rohen Fassung, eine Kennzeichnung jedes Modells aus dem REF. SPEICHER und jedem Modell spezifisch zugeordnet.

Wollen wir nun ORDNUNG als Kriterium der Verarbeitung benutzen, so ist es wichtig, diese Variable auch wirklich als Variable einzuführen, die nicht nur von dem jeweiligen Modell abhängt, sondern auch von anderen Variablen beeinflusst werden kann. Wir können jedoch als ersten Zusammenhang festhalten, daß ORDNUNG von MODELL SPEZIFIKATION abhängt.

Eine zweite Einflußgröße soll im WERT gesucht werden; das zunächst deshalb, weil es leicht nachzuvollziehen ist, daß sich unter irgendwelchen Bedingungen der Wert eines Modells ändern kann, etwa dadurch, daß man jemanden kennen und schätzen lernt, der auf einem Gebiet Bescheid weiß, das wir selbst vernachlässigt haben, und auf dem wir nun unsere Unkenntnis beseitigen wollen (so brachte Sokrates seine Schüler auf das Philosophieren). Wenn wir nun die Möglichkeit hätten, über diesen neuen WERT auch das Kriterium hinaufzusetzen, nach dem Informationen dieses Modells verarbeitet werden sollen, könnten wir dies im Modell nachvollziehen: WERT setzt für ein bestimmtes Modell die ORDNUNG hinauf, und es bedarf nun einer anderen Bearbeitung für Informationen, die zu diesem Modell gehören. (Zum Nachschlagen in der eigenen Geschichte: Hat man zufällig ein Interessengebiet, das mit einem ehemaligen Unterrichtsfach übereinstimmt, so wird man das Schulwissen, aufgrund der eigenen tieferen Einsicht, für erbärmlich und unzureichend halten können, obwohl man damals vollauf damit zufrieden war: Hier liegen zwei verschiedene Ordnungs-Kriterien vor, die mit der vorgeschlagenen Struktur des Modells über den Einfluß von WERT auf ORDNUNG erzielt werden können; dieser Einfluß mag vielleicht, empirisch gesprochen, von einem

Lerner ausgewählt worden sein, der uns so sympathisch war, daß wir sein Pack (für wichtig nehmen). Abstrakter gesagt können wir nun erreichen, daß eine Änderung der Valenz eines Modells innerhalb des REF. SPEICHERS auch auf die innere Struktur des Modelles Einfluß nehmen kann, indem es auf eine höhere Ordnung gebracht wird.

Die Zeichnung erweitert sich damit um einen weiteren Block:



Nun zur zweiten Frage: wie wird Ordnung hergestellt? Bisher ist ja schon soviel klar: Die Verarbeitungsschritte, die erforderlich sind, um ein Kriterium zu erreichen, werden sicherlich abhängen von dem Kriterium selbst, also von ORDNUNG. Andererseits muß auch der Input, der hier verarbeitet werden soll, eine Rolle spielen können; es wird also auch CODIERTE SIGNAL mitspielen. Und schließlich muß das zugehörige Modell berücksichtigt werden, das ja schließlich eine bestimmende Größe für die ORDNUNG-Variable ist, und auf das hin die Information verarbeitet werden soll.

Ehe jetzt aber voreilig MODELL SPEZ hingeschrieben wird, ist es eine Überlegung wert, ob nicht auch hier, wie schon in der REPERTOIRE-Variablen des I.I.-Teiles eine Streckung in die Zeit, wie sie die Definition von SPEZ enthält, abgeändert werden muß zugunsten einer punktuellen Realisation von Elementen des spezifizierten Modells, weil ja die Verarbeitung schrittweise, also zeitpunktweise erfolgt. Für die Vertretung des MODELL SPEZ in der Verarbeitung soll also wieder vereinbart werden:

DF: Instanzen der Variablen MODELL REALISIERUNG seien Elemente e_j aus M_j zu einem Zeitpunkt t_i

Natürlich wird Modell Realisation von MODELL SPEZ abhängen, weil es ja aus SPEZ realisiert wird; darüber hinaus ist aber eine weitere Einflußgröße das Ergebnis der Verarbeitung; denn dadurch wird ja sozusagen der "Takt" gesteuert, in dem weitere Elemente aus dem Modell der MOD. SPEZ realisiert werden. Dieses Ergebnis der Verarbeitung ist bereits einmal aufgetaucht, und zwar als Einflußgröße auf MODELL VORB, und war als MATCH folgendermaßen definiert worden; MATCH sei die Verarbeitung einer codierten Information hinsichtlich eines Modells.

Es dürfte nun klar sein, daß dieses MATCH der Ausgang des Verarbeitungsblockes ist, dessen einer Eingang CODIERTES SIGNAL als Vertreter des Inputs, dessen anderer Eingang MODELL REAL als Vertreter des spezifizierten Modells ist. Der Ausgang dieses Blockes, die verarbeitete Information, steuert wiederum die Variable MODELL REAL an (allerdings nur mittelbar, wie gleich erklärt werden wird).

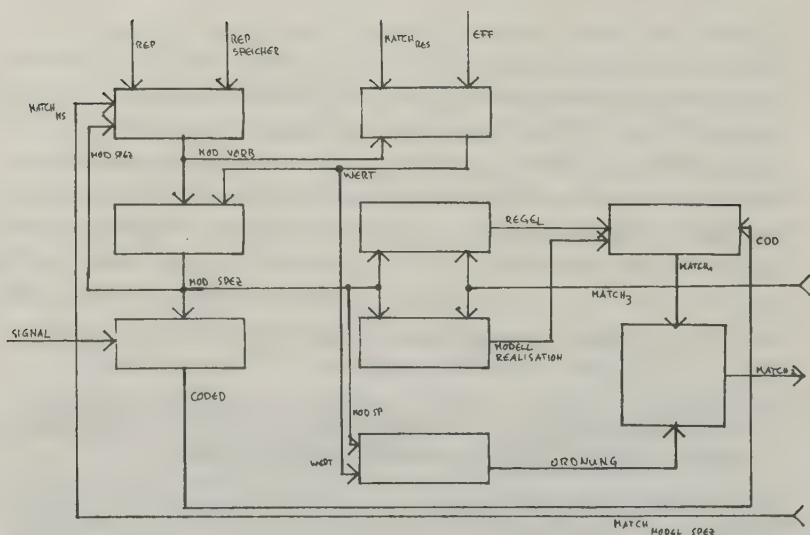
Was nun für die Verarbeitung der Informationen noch fehlt, ist ein Programm, eine Verarbeitungsvorschrift. Diese kann in der Essenz nicht definiert werden, da es sicher sehr viele gibt, vor allem aber deshalb, weil bislang hier nur einige Versuche gemacht wurden, solche Vorschriften zu erstellen, mit denen sich bestimmte Informationsverarbeitungen simulieren lassen; außerdem hätte es keinen Sinn, Verarbei-

tungsvorschriften angeben zu wollen, die sich auf Reper-toires beziehen, von denen nichts Näheres bekannt ist. Für die Theorie genügt es aber auch, so viel zu sagen, daß zur Verarbeitung von Informationen bestimmte Verfahren angewandt werden, die diskret sind, und bestimmte Veränderungen von Informationen zur Folge haben. Solche Vorkommnisse mögen "Verarbeitungsvorschriften" genannt werden (man kann hier ausgehen von so einfachen Verknüpfungen wie "und" und "oder", und sich Schritte ähnlichen Charakters vorstellen). Mit diesem Begriff der Verarbeitungsvorschrift kann nun eine Modellvariable definiert werden, die die Verarbeitung im Modell unter sich hat:

DF: Instanzen der Variablen REGEL seien Verarbeitungsvorschriften Reg_i zu einem Zeitpunkt t_i aus der Menge der Verarbeitungsvorschriften $Reg_1 \dots Reg_n$

Es soll angenommen werden, daß es für spezifische Modelle vielleicht spezifische Regeln gibt (die, sagen wir, beim Lesen von Literatur einen "Assoziations"effekt, beim Lösen von logischen Aufgaben logische Regeln sein mögen), daß aber jedenfalls für verschiedene Modelle verschiedene Strategien der Regelanwendung gewählt werden, so daß MODELL SPEZ auch auf REGEL Einfluß nimmt. Daneben ist auch für die Realisation von REGEL natürlich das feedback aus der Verarbeitung wichtig; das heißt, daß auch MATCH auf REGEL Einfluß nimmt.

Schließlich muß noch ein Schritt ins Modell eingebracht werden, nämlich der eines Vergleichs, ob das bei der Verarbeitung herauskommende MATCH nun auch dem Verarbeitungskriterium entspricht. Das läuft auf einen quadratischen Block hinaus, der die Inputs MATCH und ORDNUNG hat, und dessen Output wieder ein MATCH sein muß, das unter anderem als feedback für REAL und REGEL dienen kann. Die genaue Gestalt dieses Blockes hängt aber zusammen mit dem vierten Teil des Modells, der Effektabschätzung. Er kann daher nur einmal angedeutet werden in dem folgenden Modell:



Dieser etwas große Schritt zum Verarbeitungsteil soll nochmals kurz zusammengefaßt werden. Der Verarbeitungsteil enthält zwei wesentliche Blöcke: einerseits den Verarbeitungsblock, dessen Ausgang MATCH eine Information darstellt, die hinsichtlich eines bestimmten MODELL SPEZ codiert worden war, und nun, unter Zuhilfenahme von REALISATIONEN dieses Modells, und REGELN, die dem Modell in irgendeiner Weise zugeordnet sind, verarbeitet wird. (Man kann sich hier, der Anschaulichkeit halber, vorstellen, es handle sich um ein logisches Problem: Bestimmte Elemente, hier vielleicht Variablen, müssen in Übereinstimmung mit bestimmten Verknüpfungsregeln in einen bestimmten Zusammenhang gebracht werden. Dazu werden nacheinander die Regeln auf die Variablen und die Sätze (beides als Elemente des Modells) angewendet.) Ob das Ziel erreicht wird, beurteilt der zweite wesentliche Block, der wiederum MATCH als Ausgang, zusätzlich aber ORDNUNG als Eingang hat: Er gibt das Kriterium dafür, ob

ein MATCH, das aus der Verarbeitung kommt, in Übereinstimmung mit einer bestimmten, durch MODELL SPEZ und WERT geforderten Modellordnung ist. Der Output dieses Blocks, der zunächst wieder MATCH heißt, wird, nachdem die Effizienzabschätzung modelliert ist, als feedback für die Variablen REALISATION und REGEL zur Verfügung stehen, damit beide Variablen abhängig vom Ergebnis der Informationsverarbeitung gesteuert werden können; die beiden restlichen Pfeile, MODELL SPEZ auf REGEL und MODELL SPEZ auf REALISATION sollen gewährleisten, daß die beiden Variablen modellspezifisch, und nicht freihändig, speicherunabhängig, variieren. Damit möge sich nun die Verwirrung etwas geklärt haben, und es soll der letzte Abschnitt des Modells erörtert werden:

2.2.4 Effektabschätzung

Über die Motivation, diesen Teil einzuführen, wurde ja schon gesprochen. Wir können jetzt genauer sagen: Effizienz kommt dann ins Spiel, wenn ein MATCH das Kriterium der ORDNUNG nicht erfüllen kann. Das bedeutet zunächst in einem ersten Schritt, daß für den quadratischen Block, der ORDNUNG und MATCH als Inputs hat, nun wieder, wie schon im I.I.-Teil beim Kriteriumsblock, ein Schalter eingebaut wird, der als einen Ausgang dieses MATCH, in dem die Verarbeitung nicht hinreichend gelungen ist, an Effizienzabschätzung weitergibt. Wenn dagegen im MATCH eine kriteriumsgerechte Verarbeitung erfolgt ist, braucht eine Effizienzabschätzung nicht mehr stattzufinden, und es kann dieses MATCH aus dem Prozeß genommen werden.

Zunächst ist es nötig, eine begriffliche Klarheit zu schaffen: Das MATCH, das aus dem Verarbeitungsblock kommt, soll MATCH₁ heißen. Es geht in den Kriteriumsblock und wird daraufhin geprüft, ob es ein vorgegebenes

Kriterium, die ORDNUNG erreicht hat oder nicht. Ist $MATCH_1$ o.k., so braucht es nicht in die Effizienzabschätzung zu gehen, und wird als $MATCH_{RESULTAT}$ in den Speicher gegeben. Zugleich taucht es auch, wie wir schon wissen, als Input in den Block auf, der WERT als Ausgang hat (um zB. das Vigilance-Experiment mit dem Endspurt zu simulieren). Ist $MATCH_1$ als ungenügend befunden, so wird es, nun $MATCH_2$ genannt, der Effizienzabschätzung zugeleitet.

Die Effizienzabschätzung erhält also ein MATCH, das noch nicht kriteriumsgerecht verarbeitet ist, in Übereinstimmung mit unserer Intention, daß in diesem Modellteil darüber befunden werden soll, ob sich eine weitere Verarbeitung lohnt, oder ob sie unnütze Kapazitätsauslastung ist, und was zu tun ist, falls doch weiterverarbeitet werden soll.

Der erste Schritt muß dabei sein, zu definieren, was "Effizienzabschätzung" heißen soll. Wie der Name schon sagt, handelt es sich um einen Schätzer, der aus verschiedenen vorliegenden Daten eine Schätzung darüber abgeben soll, ob es sich lohnt, für die gerade laufende Verarbeitung Kapazitäten freizuhalten, oder ob die Verarbeitung abgebrochen werden soll. Ferner muß er einen mittelbaren Einfluß darauf haben, welche Schritte gewählt werden, um ein unvollständig verarbeitetes MATCH auf das Kriterium zu bringen. Wir können also definieren:

DF: Instanzen der Variablen EFFIZIENZABSCHÄTZUNG seien Werte $Eff_1 \dots Eff_n$ zu Zeitpunkten $t_1 \dots t_n$, wobei zu einem Zeitpunkt t_i genau ein Wert Eff_j vorliegt.

Für die Eingliederung einer solchen EFFIZIENZ-Variablen in das Modell stellen sich nun zwei Fragen:

Erstens: welche Effekte hat EFFIZIENZ?

Zweitens: Wovon hängt EFFIZIENZ ab?

Zur ersten Frage: Einen Effekt der EFFIZIENZ-Variablen haben wir schon kennengelernt: EFFIZIENZ nimmt Einfluß auf die WERT-Variable und wirkt dadurch mittelbar daran mit, welches Modell aus VORBEREITUNG spezifiziert wird. Einen anderen

Einfluß muß EFFIZIENZ darauf haben, was mit $MATCH_2$ geschieht. Dies soll in folgender Weise konzipiert werden: $MATCH$ eignet sich generell, wie das in einem Fall ja auch schon angedeutet ist, als feedback-Variable zur Steuerung der weiteren kognitiven Aktivitäten. EFFIZIENZ soll nun darauf Einfluß haben, welches feedback gewählt wird. Das bedeutet, daß EFFIZIENZ Input eines Blockes wird, in den auch $MATCH_2$ gelangt, und der, wie schon im I.I. und im Kriteriumsblock, als Schalter, also als quadratischer Block, gefaßt ist.

Die Outputs dieses Schalters können kurz entwickelt werden: einer ist ja schon erwähnt worden, nämlich das Feedback auf REGEL und REALISATION, das den Ablauf einer Verarbeitung mitsteuert und gewährleistet, daß beide Variablen in verschiedenen, für die Verarbeitung sinnvollen Spezifikationen vorkommen können. Dieses Feedback möge einfach $MATCH_3$ heißen, da es ja eigentlich nur ein Durchschalten von $MATCH_2$ ist, aber doch durch einen eigenen Ort im Modell gekennzeichnet werden kann.

Eine zweite Schaltung müßte ein Feedback sein, daß auf die Auswahl eines Modells aus dem Speicher, also auf MODELL VORBEREITUNG Einfluß nimmt. Das sei an folgendem Beispiel erläutert:

Es sei verlangt, aus 6 Streichhölzern 4 gleichseitige Dreiecke zu bilden, ohne ein Streichholz zu zerbrechen oder abzuknicken. Man wird zunächst sicher versuchen, die Lösung durch Umlegen in der Ebene zu finden. Da es hier aber keine Lösung geben kann, muß man entweder aufstecken, oder die Lösung durch einen Wechsel des Modells suchen: Man befreit sich von der als selbstverständlich angenommenen Bedingung (die aus allen anderen Streichholzaufgaben gelernt worden ist), die Lösung müsse in der Ebene liegen, und versucht stattdessen ein dreidimensionales Gebilde zu errichten, das diese Bedingungen erfüllt: Man löst das Problem durch eine Pyramide, die auf einem Dreieck in der Ebene aufgebaut ist. Im Modell heißt das: man geht von einem MODELL auf ein anderes über, man ändert also MODELL SPEZIFIKATION.

Dies führt zu einer zweiten Feedback-Variablen, nämlich $MATCH_{MODELL}$, die Einfluß nimmt auf $MODELL$ VORBEREITUNG, so daß ein neues Modell zur Verfügung gestellt wird. Ein drittes Feedback entnehmen wir dem folgenden Experiment (das in anderem Zusammenhang schon erwähnt war, aber hier im Hinblick auf die Aktivität betrachtet werden soll):

Exp. 145: Bei einem "Hatrack-Problem" (Ss sollen aus zwei Stöcken und einer C-Klammer eine Kleideraufhängung herstellen) schneiden Ss, denen man die Instruktion gibt, aktiv zu sein, besser ab als Kontroll-Ss; sie zeigen mehr Aktivität und mehr Lösungen im 30-min-Limit; in der Kontrollgruppe war die Aktivität der Löser größer als die der Nichtlöser. Kaufmann & Raasheim 1973

Was wir daraus entnehmen ist, daß die Verarbeitung von Informationen (dh. das kognitive Korrelat dieses mechanischen (besser: statischen) Problems) auch auf die Ausführung von Aktivitäten, wie hier das Manipulieren mit den Gegenständen angewiesen sein kann. Wir wollen daher als weiteres feedback ein $MATCH_{AKTIVITÄT}$ einführen, das den unspezifizierten Aktivitätsteil des Modells ansteuert und Effekte, wie die oben genannten, erbringen kann. Der EFFIZIENZ-Schalter hat damit drei Outputs, die wechselweise in Funktion sind, dh. drei Variablen, von denen jeweils nur eine realisiert ist: $MATCH_3$, $MATCH_{MODELL}$ und $MATCH_{AKTIVITÄT}$. Angesteuert wird der Schalter von $MATCH_2$ und EFFIZIENZ. Damit ist nun die erste Frage nach den Effekten der EFFIZIENZ beantwortet, und wir können uns dem Problem zuwenden, von welchen Variablen EFFIZIENZ nun ihrerseits abhängt.

Zunächst ist es klar, daß, wenn EFFIZIENZ einen Schätzer über die zur Erzielung eines befriedigenden $MATCH$ noch möglichen Strategien der Informationsverarbeitung abgeben soll, Informationen über das verwendete Modell und die schon angewendeten Verfahren vorliegen müssen. Es dürfte deshalb un-

problematisch sein, als Einflußgrößen die Variablen MODELL SPEZ, REALISATION und REGEL einzuführen. Sie erlauben nämlich eine Abschätzung der Wahrscheinlichkeit, daß innerhalb des gegebenen Modells noch fruchtbare Strategien gefunden werden können.

Hinzukommen muß, als weitere Einflußgröße, noch CODIERTES SIGNAL, und zwar nahegelegt durch folgende Experimente:

Exp. 97: Wenn man in einem "2ear-2mess-shadow"-Exp. im rejected ear englische Worte sogar 35x wiederholt, können Ss sich nichts davon merken. Die ausdrückliche Aufforderung mit dem Hinweis, Ss würden nachher über den Inhalt des rejected ear getestet, ändert nichts an dieser Tatsache.
Moray, N. 1959

Exp. 98: Läßt man Ss bei der Präsentation von Zahlen und Buchstaben in normaler Reihenfolge fehlende Zahlen herausuchen, so ist die Fehlerzahl größer bei simultaner als bei sukzessiver Präsentation von visuellen und auditorischen Simuli.
Mowbray 1952

Diese beiden Experimente zeigen, daß überhöhte Input-Kapazität ein klares Abfallen der Leistung mit sich bringt. Wir können natürlich nicht einfach sagen, daß hier eben die Kapazität der Informationsverarbeitung überfordert ist, sondern müssen das in einer Modellvariablen, eben der EFFIZIENZ ausdrücken, die dem CODIERTEN SIGNAL entnehmen kann, daß zu hohe Informationen vorliegen, und deshalb, etwa über einen Einfluß WERT und ORDNUNG das Verarbeitungskriterium senkt. Daß wir uns dabei sinnvollerweise auf das CODING stützen, belegt ein Experiment, in dem gezeigt wurde, daß Kapazitätsprobleme durchaus eine subjektabhängige Komponente haben (im Modell gesprochen: daß Kapazitätsprobleme durchaus von der Güte des CODIERTEN SIGNALS, dh. von der Höhe der Informationsreduktion beeinflußt werden, die durch das CODING geleistet wird):

Exp. 138: Präsentiert man Ss 2 Nachrichten mit der Aufforderung, auf die eine aufzupassen und die andere zu vernachlässigen, so korreliert die Erinnerungsleistung für das "unattended"-Ohr hoch mit dem "digit span" (Maßzahl für die Gedächtniskapazität) der Ss. In der "Unattended" gab es große individuelle Unterschiede.
Parkinson, S. 1974

Dies möge rechtfertigen, als weitere Einflußvariable auf EFFIZIENZ die Variable CODIERTES SIGNAL zu benutzen. Zum Schluß sei noch eine letzte Variable eingebracht, die nur kurz angedeutet werden soll, und unanalysiert bleiben darf: Sie sei ein freier Eingang genereller physiologischer Einflüsse auf die Kapazität der Informationsverarbeitung, also auf die EFFIZIENZ-Variable. Zu denken wäre hier etwa an Fälle wie die, daß bei großer Hitze, bei vollem Magen, oder auch bei physiologischer Überaktivierung des ZNS, wie sie in der Folge von Streß und Angst auftreten, die kognitive Leistungsfähigkeit absinkt.

Dies zu untersuchen wäre ein eigenes Kapitel, die Variablen genau zu fassen, und vor allem in ihrer Wechselwirkung mit der kognitiven Aktivität zu fassen, ein weites Feld, zu weit, um hier begangen zu werden. Deshalb soll, nicht näher charakterisiert und unanalysiert, ein freier Eingang "PHYSIOLOGISCHE VARIABLEN" oder kurz "PHYS" als Einflußgröße auf EFFIZIENZ in das Modell aufgenommen werden, damit das Problem, das hier zu lösen wäre, wenigstens genannt ist.

Damit ist auch der Teil der Effizienzabschätzung zu Ende entwickelt, und es kann nun das gesamte Modell der kognitiven Aktivität dargestellt werden. Es bleibt zuvor nur noch die Notwendigkeit, eine Rückwirkung des Informations-Verarbeitungsmodells auf das I.I zu erwähnen:

2.2.5 Die letzte Blüte:

Das Input-Identifikationsmodell endete damit, daß REPERTOIRE

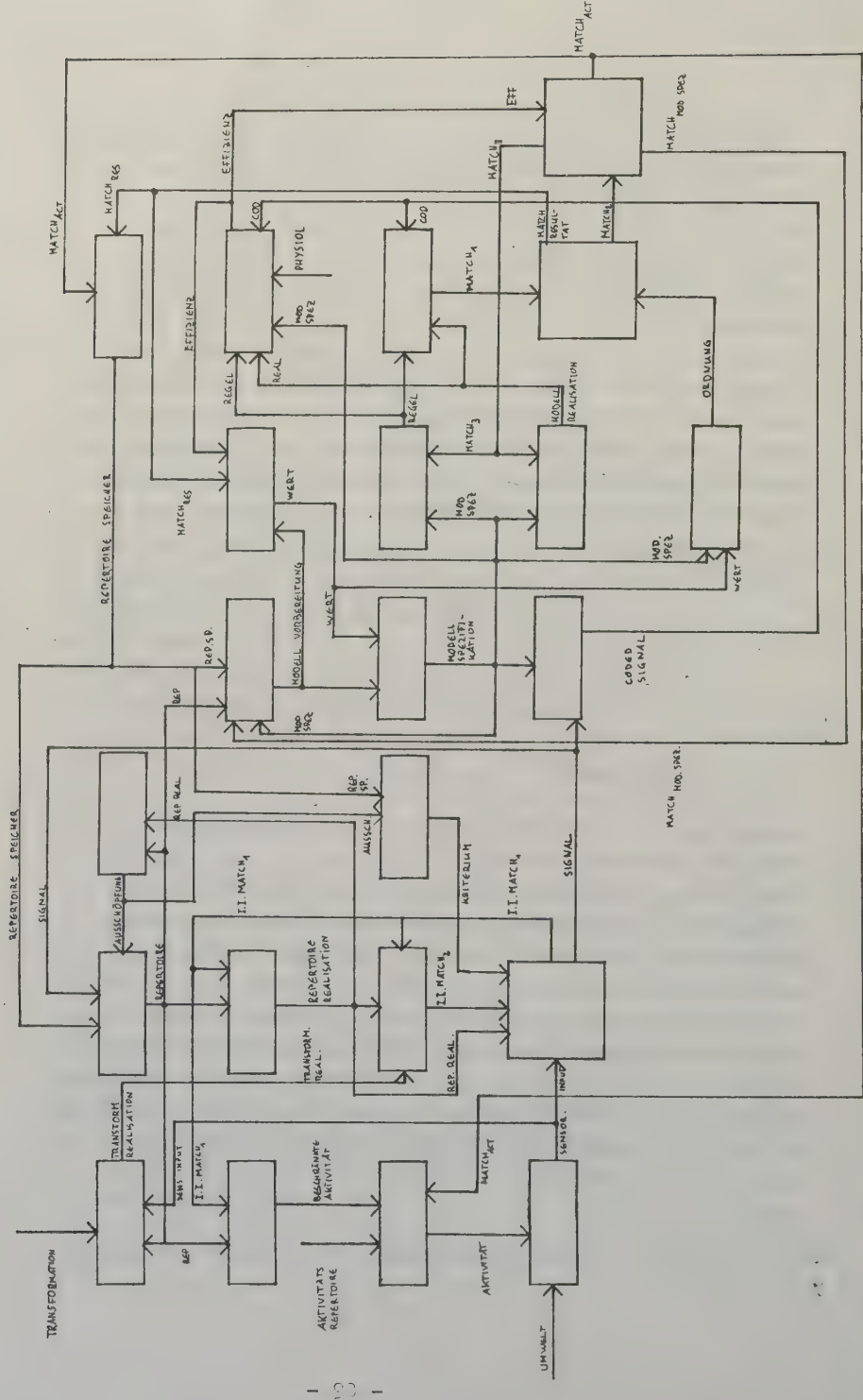
nur von AUSSCHÖPFUNG beeinflusst worden war. Da nun im Verarbeitungsmodell eine weitere Speichervariable, nämlich REPERTOIRE SPEICHER hinzugekommen ist, muß nun auch SPEICHER auf REPERTOIRE geschaltet werden. Dabei kann eine zusätzliche Verbesserung mit angebracht werden: SIGNAL enthält ja eine gute Information darüber, ob ein gerade verwendetes I.I-Repertoire sich als brauchbar herausstellt, und kann daher, sozusagen als feed forward, ein bestimmtes Repertoire für den nächsten SENS. INPUT einstellen. Der Effekt: man erwartet einen bestimmten Reiz - und ist überrascht, wenn er nicht eintrifft: Exp. 6 zeigt, daß in einem solchen Fall ein anderes Repertoire gesucht werden muß, was im Modell durch den Einfluß von SIGNAL auf REPERTOIRE gefaßt werden kann:

Exp. 6: Führt man in einer Serie von ähnlichen Karten (Anordnung von roten Punkten) bei tachistoskop. Präsentation eine neue Serie (grüne Dreiecke, dann violetten Vierecke) ein, so wird bei den Anfangskarten der neuen Serie der Stimulus öfter angefordert als innerhalb der Serie (Ss mußten einen Hebel drücken, um die Stimuli zu sehen). Berlyne 1957, 3. Experiment

Deshalb soll die SIGNAL-Variable auf die REPERTOIRE-Variable gegeben werden.

Eine andere ausstehende Frage ist die der zweiten Einflußgröße auf KRITERIUM. Am Ende des II-Teiles war gesagt worden, daß KRIT von AUSSCH abhängen solle. Vergewissern wir uns nun, daß im dort zitierten Exp. 94 KRIT einerseits aus dem experimentellen Treatment, andererseits aus der Wahrnehmung des Rauschens im Input beeinflusst wurde, so läßt sich leicht, beidemale über MATCH_{RES} ins Spiel gebracht, REP SPEICHER als die fragliche Variable angeben, so daß KRIT von AUSSCH und REP SPEICHER abhängt.

Damit ist nun das Modell komplett und sieht wie folgt aus:



2.3 Wie die Variablen des Verarbeitungsmodells zusammenwirken

10. Zusammenhang: SIGNAL, MODELL SPEZIF, CODED INFORMATION
Grundlage ist das im I.I. gegebene Signal. Im Coded findet eine repertoiregerechte (modellgerechte) Zusammenfassung des Signal vor. Daher ist der Zusammenhang:
 $\text{MODELL SPEZ} \wedge \text{SIGNAL} \longrightarrow \text{CODED INFORMATION}$

11. Zusammenhang: REPERTOIRE, REP. SPEICHER, MATCH, MODELL SPEZ, MODELL VORBEREITUNG

Das Modell Spez allein ist bereits ein Einflußfaktor (es ist ja schon ein Modell). Die Auswahl einer Modell Vorbereitung aufgrund Anforderung aus dem Eff-Block, oder aus dem Repertoire im I.I. hängt immer zugleich auch vom Rep. Speicher ab; dabei sind die jeweiligen Variablen voneinander unabhängig: Modell Vorbereitung kommt aufgrund I.I.-Rep oder Modell Sepz oder Modell Spez Match zustande.

Die Beziehung ist also:

$\text{MOD SPEZ} \vee ((\text{REP I.I.} \vee \text{MOD SPEZ MATCH}) \wedge \text{REP. SPEICHER}) \longrightarrow \text{VORB.}$

12. Zusammenhang: MODELL VORB, WERT, MODELL SPEZ

Es ist aus den Definitionen klar, daß dieser Zusammenhang lauten muß:

$\text{MODELL VORBEREITUNG} \wedge \text{WERT} \longrightarrow \text{MODELL SPEZIFIKATION}$

13. Zusammenhang: MODELL VORB, MATCH_{RES}, EFFIZIENZ, WERT
Die verschiedenen Quellen einer Veränderung der Modellwerte, die im Entscheidungsprozeß eine Rolle spielen, sind voneinander unabhängig, weil mit jeder allein ein Effekt erzielt werden können muß, also:

$\text{MOD. VORB} \vee \text{MATCH}_{\text{RES}} \vee \text{EFFIZIENZ} \longrightarrow \text{WERT}$

14. Zusammenhang: MODELL SPEZ, MATCH₃, REGEL

Angenommen wird, daß die Realisierung entweder vom Spez allein (mit Hilfe geeigneter, durch Spez gegebener Strategien von Regelanwendungen) oder auch vom Match₃ be-

einflußt werden kann; in diesem Falle würde nach dem Effekt beurteilt werden, welche Regel zur Anwendung kommt, im ersten Falle nach der Erfahrung mit bestimmten Strategien. Der Zusammenhang:

MODELL SPEZIFIKATION $\vee$ MATCH₃ $\rightarrow$ REGEL

15. Zusammenhang: MOD. SPEZ, MATCH₃, MOD. REALIS.

Hier geht es darum, daß geeignete Elemente eines Modells gewählt werden, die zur Verarbeitung mit dem Coded kommen: dies hängt entweder von einer ("blinden, aber bewährten") Strategie des Modells selber ab, oder vom Feedback durch das Match zusammen mit dem Modell, also: $(\text{SPEZ} \wedge \text{MATCH}_3) \vee \text{SPEZ} \rightarrow \text{MOD. REALISATION}$

16. Zusammenhang: MOD. SPEZIF., WERT, ORDNUNG

Die Ordnung hängt natürlich in jedem Fall vom Modell selbst ab, nur zusammen mit dem Modell kann sie durch den Wert beeinflußt werden. Daher lautet die Beziehung: $\text{SPEZ} \vee (\text{WERT} \wedge \text{SPEZ}) \rightarrow \text{ORDNUNG}$

17. Zusammenhang: MATCH_{RESULTAT}, MATCH_{ACT}, REP SPEICHER

Ein Resultat ändert natürlich die Menge der Repertoires, ebenso eine Hypothese aus der Schleife Match_{act}, also: $\text{MATCH}_{\text{RESULTAT}} \vee \text{MATCH}_{\text{ACT}} \rightarrow \text{REP. PSEICHER}$

18. Zusammenhang: REALIS, REGEL, SPEZ, CODED, PHYSIOL, EFFIZIENZ

Nach der Entfaltung dessen, was Effizienz ist, muß gewährleistet sein, daß eine Ausschöpfungsschätzung nur aufgrund aller drei Faktoren, nämlich Real, Regel und Spez zustandekommt, wobei allerdings Real und Regel durchaus voneinander unabhängige Effekte erzielen können. Unabhängig ist aber auch das Kapazitätsproblem aufgrund Coded und das Kapazitätsproblem aufgrund externer Faktoren.

$(\text{REAL} \vee \text{REGEL}) \wedge \text{SPEZ} \vee \text{CODED} \vee \text{PHYSIOL} \rightarrow \text{EFFIZIENZ}$

19. Zusammenhang: REGEL, REAL, CODED, MATCH₁

In diesem Verarbeitungsschritt ist zunächst die Anwendung von Regeln auf Rep. Real und Coded notwendig. Da

es jedoch auch möglich ist, etwa im Problemlösen, Verarbeitungen nur mit im Kopf befindlichen Informationen durchzuführen, soll der Zusammenhang formuliert werden:

$$((\text{COD} \wedge \text{REAL}) \vee \text{REAL}) \wedge \text{REGEL} \rightarrow \text{MATCH}_1$$

20. Zusammenhang: ORDNUNG , MATCH_1 , MATCH_2 , $\text{MATCH}_{\text{RESULTAT}}$

Es ist dies wieder ein "Schaltelement", dessen Kriterium das Verhältnis Match_1 zur vorgegebenen Ordnung ist, und das je nachdem einen der beiden Ausgänge realisiert, ob das Match_1 dem Kriterium entspricht. Wir formulieren etwas umständlich:

$$\text{ORD} \wedge \text{MATCH}_1 \rightarrow \text{MATCH}_2 \vee \text{MATCH}_{\text{RES}} \wedge \neg(\text{MATCH}_2 \wedge \text{MATCH}_{\text{RES}})$$

(Im Modell tritt das schon bekannte Schaubild auf.)

21. Zusammenhang: MATCH_2 , EFFIZIENZ , MATCH_3 , $\text{MATCH}_{\text{MOD SPEZ}}$, $\text{MATCH}_{\text{ACT}}$

Hier dasselbe, nur daß aufgrund der Eff. Abschätzung und des Match_2 über drei Alternativen entschieden wird, nämlich ob im schon laufenden Prozeß fortgefahren, ein neues Modell angefordert oder Aktivität entfaltet wird:

$$M_2 \wedge \text{EFF} \rightarrow M_3 \vee M_{\text{ACT}} \vee M_{\text{MSPEZ}} \wedge \neg((M_3 \wedge M_{\text{ACT}}) \vee (M_3 \wedge M_{\text{MSPEZ}}) \vee (M_{\text{ACT}} \wedge M_{\text{MSPEZ}}))$$

(Im Modell das schon bekannte Schaubild, aber mit einer zweistufigen Kurve.)

Und, last not least, die Spezifizierung der beiden zurückgestellten Zusammenhänge:

10. Zusammenhang: AUSSCH , REP SPEICHER , KRIT :

Die Beeinflussung von KRIT kann nur aus beiden Variablen zusammen erfolgen, da getrennte Einflüsse andere Effekte haben, die im Modell schon im 5. Zusammenhang modelliert sind. Daher lautet der Zusammenhang:

$$\text{AUSSCH} \wedge \text{REP SPEICHER} \rightarrow \text{KRIT}$$

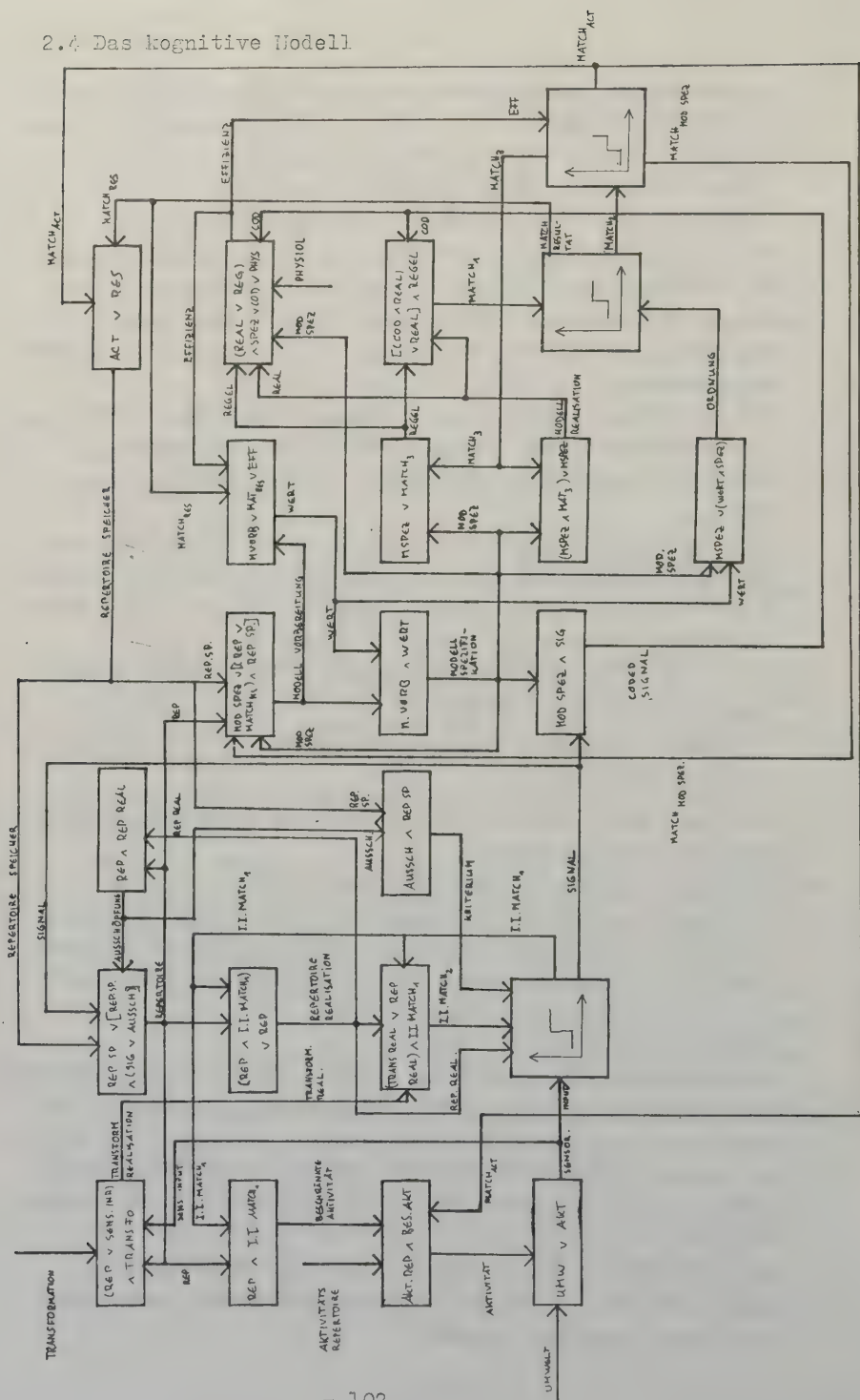
5. Zusammenhang: REP. SPEICHER , SIGNAL , AUSSCHÖPFUNG , REPERTOIRE

Alle Variablen haben voneinander unabhängige Effekte, da weder in allen Fällen ein Feedforward, noch in allen Fällen die Ausschöpfung beteiligt ist; dagegen muß Rep. Speicher immer mit von der Partie sein. Es ergibt sich also folgende Form:

$$\text{REP. SPEICHER} \vee [\text{RS} \wedge (\text{SIG} \vee \text{AUSSCH})] \rightarrow \text{REPERTOIRE}$$

Damit kann auf S. 102 ein vollständiges Modell kognitiver Aktivität formuliert werden.

2.4 Das kognitive Modell



3. Interpretation und Triftigkeit des Modells

In II,3 war darauf hingewiesen worden, daß die Experimente in ihrer wesentlichen Funktion leisten sollen, die angebotene Theorie wenigstens teilweise zu überprüfen. Für dieses Vorhaben muß zunächst geklärt werden, was es heißen kann, die Theorie hinsichtlich der Experimente zu interpretieren, und was der Begriff der Überprüfung oder Erklärung der Experimente in diesem Fall bedeuten soll.

3.1 Was "Interpretation" und "Überprüfung" heißen soll.

In Teil II,3 war klargestellt worden, daß das kognitive Modell dieser Arbeit ein theoretisches Kalkül darstellt, wobei die Übergangscharakteristika der Blöcke den logischen Zusammenhang der jeweiligen Input- und Outputvariablen fixieren, die Variablen aber selbst theoretische Begriffe sind; um der Theorie nun einen empirischen Gehalt zu geben, müssen im experimentellen Corpus diejenigen empirischen Sachverhalte benannt werden, die den jeweiligen theoretischen Begriffen, also den Variablen, als ihre Deutungen zugeordnet werden. Dies heißt "empirische Interpretation" des Modells. Anders ausgedrückt:

Der Begriff der Variablen war definiert als eine Klasse von Instanzen, von denen zu einem Zeitpunkt t_0 genau eine realisiert ist. Werden diese Instanzen, oder "passenden Einsetzungen" in eine Variable, nun im empirischen Corpus selbst angegeben, so kann man von einer empirischen Interpretation des Modells sprechen: Jede Erklärung eines Experiments mit Hilfe des kognitiven Modells wird also, indem sie empirische Begriffe mit dem Modell zusammenbringt, solche empirischen Deutungen der Theorie vornehmen.

Diese empirische Deutung wird in den folgenden Modellierungen der Experimente des empirischen Corpus nicht

explizit geschehen. Vielmehr sollen sie nur andeuten, welche Komplexe empirischer Sachverhalte mit welchen Variablen des Modells in Zusammenhang gebracht werden sollen. Die Interpretation des Modells werden also nur Hinweischarakter haben, was unmittelbar mit dem relativ hohen Abstraktionsgrad des kognitiven Modells zu seiner empirischen Basis zusammenhängt: eine explizitere Interpretation der Variablen würde zumeist eine intensive Aufschlüsselung des experimentellen Materials erfordern, welche im Zusammenhang dieser Arbeit gar nicht zur Debatte steht. (Eine Andeutung darüber, wie man sich eine solche Ausarbeitung vorstellen könnte, enthalten die Äußerungen zur Theorie der Leistungsmotivation in Teil 5.3.)

Soviel zur Interpretation des Modells: die Modellierungen haben darin ihre erste Funktion. Ihre zweite ist die der "Überprüfung" der kognitiven Theorie. Dies bedeutet, daß das Modell dann hinsichtlich des empirischen Corpus tauglich und gut ist, wenn es in der Lage ist, die Experimente, die zum Problem einschlägig sind, zu erklären. Dies bedeutet, daß die Variablen durch die Beziehung auf Aussagen der Experimente interpretiert werden; und daß das Modell selbst als eine Menge von Sätzen aufgefaßt wird (und zwar ist jeder Block ein Satz, der die Beziehungen der Eingangs- und Ausgangsvariablen untereinander beschreibt, wie in Teil II,3 ausgeführt), welche zur Anleitung des experimentellen Effekts (also der abhängigen Variablen, des Explanandum) herangezogen werden dürfen, wobei sie die Stelle der Gesetzesaussagen im klassischen HO-Schema der Erklärung einnehmen. (Dies unterstellt nicht, daß das Modell tatsächlich Gesetzesaussagen enthält; dies wäre auch nicht möglich, einerseits aufgrund der Unklarheit, die über den Gesetzesbegriff noch herrscht, andererseits auch, weil bei der Konstruktion des Modells in keiner Weise auf die Repräsentativität oder Allgemeinheit der Daten geachtet wurde.) Auch die so ange-

strebte Erklärung der empirischen Daten durch das Modell soll nicht explizit erfolgen; das hängt damit zusammen, daß für eine Erklärung ja immer das ganze Modell herangezogen werden müßte, da die Experimente ja stets nur Beziehungen von Inputs zu Outputs benennen können. Dies wäre in einer exakten Modellierung zu berücksichtigen; da eine solche aber hier nicht angestrebt werden soll, kann stattdessen folgende Betrachtung vorgenommen werden:

Nehmen wir ein Experiment wie etwa das folgende:

"Läßt man Ss Listen von Wörtern lernen, so lernen sie bedeutungsvolle besser als bedeutungslose."

Man wird, wenn man das liest, ohne weiteres in wesentliche und unwesentliche Punkte des Exp. unterscheiden können: Unwesentlich sind Fragen, die als gegeben unterstellt sind, wie zB. daß die Ss lesen können, daß sie sprechen können, daß ihre response sich auf das zu lernende Material beziehen, daß sie wissen, was es heißt, eine "Liste zu lernen", etc. Der "Punkt" des Experiments, also seine wesentliche Aussage, geht über den Effekt bedeutungsvoller/bedeutungsloser Worte.

In der Überprüfung des Modells soll etwas ähnliches unternommen werden:

Für die Modellierung des obigen Experimentes soll alles, was nicht auf den "Punkt" des Exp. abzielt, weggelassen werden. Der entscheidende "Dreh" an einem Experiment, also sein wesentlicher Bestandteil, soll dagegen ins Auge gefaßt werden, und zwar so, daß davon gesprochen wird, die "kritische Variable" oder die "kritischen Variablen" seien diese oder jene, im oben gegebenen Experiment etwa die Variable "Coding", die über "Mod. Spez" und "Signal" für beide Listen verschieden ausfällt.

So geartete Erklärungen entsprechen nun zwar den Erfordernissen wissenschaftlicher Erklärungen nicht, sofern man darunter korrekte Ableitungen im Sinne des HO-Sche-

mas versteht; sie geben aber doch deutliche Hinweise auf die Leistungsfähigkeit des Modells hinsichtlich der Erklärung der Experimente, und sind obendrein, bei weiterer Ausarbeitung der Theorie, durchaus auch formal präzisierbar und ausreichend empirisch interpretierbar in einem präzisen Sinn; deshalb können die folgenden Modellierungen als eine Überprüfung des Modells insoferne gelten, als sich, auf der gewählten Präzisionsebene der Erklärung, keine Schwierigkeiten eingestellt haben, mit der Modellierung der Experimente zurande zu kommen.

Die Form der Darbietung der Modellierungen ist, die Experimente in Gruppen zu ordnen, und zwar nach ihren jeweiligen "kritischen Variablen", und die einzelnen Experimente einer Gruppe von Fall zu Fall mit weiterführenden Kommentaren zu versehen, in der Spezifikation welcher Variablen der experimentelle Effekt im Modell erzielt werden könnte.

3.2 Modellierungsskizzen

"SENS. INPUT"

Exp. 94: Präsentiert man Ss sinnlose Wörter auditorisch zusammen mit weißem Rauschen, und die Ss sind in der Klassifikation des Vokabulars aus visueller und auditorischer Präsentation geübt, so schneiden sie desto schlechter ab, je höher das Rauschen ist. Miller, 1957

Mod: Zunächst wird angenommen, daß im REP SPEICHER durch das Training ein Repertoire zur Verfügung steht, das bei Eintritt in das treatment durch die Instruktion des Versuchsleiters (über MATCH_{REP} und RS) in REPERTOIRE vorliegt. Bei der Präsentation tritt zunächst (wenn der INPUT nicht durch Rauschen verzerrt ist), ein normaler Identifikationsprozeß ein: INPUT, Nicht-Freigabe und II MATCH₁, Auswahl eines REP-Elements zu REP REAL, und schließlich, da KRIT zunächst vollständige Abbildung fordert und sie auch vorliegen kann, SIGNAL. Für den Fall, daß das zugeschaltete Rauschen die Identifikation behindert, tritt demgegenüber ein neuer Fall ein: das Kriterium in KRIT kann nicht mehr erfüllt werden, und es tritt, nachdem das REP durchlaufen ist, AUSSCH ein: zusammen mit REP. SPEICHER kann AUSSCH die Bereitstellung eines neuen REP bewirken. Da nun aber RS das gegebene REP beibehält (einerseits, weil im experimentellen treatment dieses REP festliegt, andererseits, weil die Verzerrung des INPUT längst als Rauschen identifiziert ist, und also über SIGNAL und MATCH_{RES} das Repertoire in RS festhält), muß der AUSSCH-Fall statt über einen REP-Wechsel über eine Senkung der Kriterien zur Identifikation Auswirkungen haben: Es tritt also, aus AUSSCH und RS, der KRIT-Fall ein, und so kann ein mit der Möglichkeit der Fehlidentifikation behaftetes SIGNAL gegeben werden. Es ist klar, daß dieses Ratespiel desto mehr Fehler zeigt, je weniger, durch das Rauschen bedingt, eine Ähnlichkeit zwischen INPUT und REP REAL festgestellt werden kann.

"REPERTOIRE"

Exp. 13: Zeigt man Ss Serien von Spielkarten im Tachistoskop, die irreguläre Karten enthalten (wie zB.

eine schwarze "Herz"-Karte, oder rotes "Pik"), so werden irreguläre Karten langsamer erkannt (dieser Effekt verschwindet aber mit wachsender Übung). Anfangs überwiegen bei irregulären Karten die falschen Berichte, später treten Kompromißreaktionen auf (wie etwa, daß das Rot der Herz-Karte sehr dunkel ausgefallen ist, oder daß sie "violett" ist), oder die Ss sagen, sie könnten nichts erkennen. Bei korrekter Identifikation der irregulären Karten oft Überraschungs- oder Erleichterungsreaktionen. Bruner, J.S./Postman, L. 1949

Mod:

Hierzu muß angenommen werden, daß die I,I,Repertoires nicht eine Ansammlung elementarer Identifikationseinheiten sind, sondern daß es verschiedene REP gibt, von denen einige durchaus "gestalthaft" organisiert sein können. In diesem Fall würde das bedeuten, daß die REPS, die "Spielkarten" enthalten, zur Identifikation herangezogen werden. Man kann für die Modellierung also folgendermaßen verfahren:

Die Situation, vor einem Kasten mit Gucköffnung zu sitzen, läßt ein visuelles REP als geeignet erscheinen, das über MATCH_{REP} und RS zur Verfügung gestellt wird. Dieses REP sei ein elementares optisches. Nach den ersten Blitzen im Tachistoskop kann dann ein erstes SIGNAL im Verarbeitungsteil dahingehend ausgewertet werden, daß eine Vermutung über MATCH_{ACT} und RS zur Bereitstellung eines höheren REP führt. (Warum es ausgerechnet die Variable MATCH_{ACT} sein soll, muß an geeigneter Stelle erläutert werden (siehe die Behandlung dieser Variablen). Diese Modellierung impliziert allerdings die Behauptung, daß bei den Ss, die zusehen, Bereitstellungen von Aktivitätspotentialen gemessen werden können.) Dieses neue REP kann nun, nach einiger Zeit, ein "Spielkarten"-Rep sein. Nun kann sich, als Funktion der Expositionszeit der Bilder, der Fall ergeben, daß irreguläre Karten nicht mehr mit REP REAL übereinstimmen. Das führt zunächst, infolge der Trägheit von RS, über AUSSCH nicht zu einem Repertoire-Wechsel, sondern über KRIT zu einem Fehler-SIGNAL, bis schließlich über AUSSCH doch ein REP-Wechsel erreicht werden kann, der aus RS wieder elementarere REPS zur Verfügung stellt, in denen dann auch die irregulären Spielkarten korrekt identifiziert werden können.

(Diese Modellierung impliziert übrigens die Behauptung, daß Ss, die Spielkarten nicht kennen, für reguläre wie irreguläre gleich reagieren. Daß der gezeigte Effekt mit der Übung der Ss abnimmt, hieße, daß ein Spielkarten-REP um die irregulären Möglichkeiten erweitert würde.)

Exp. 16: Bei einer "2ear-2mess-shadow"-Aufgabe, in der der shadow-Text ein Zeitungstext ist, erkennen Hörer am anderen Ohr: englische Sprache, männl. Sprecher (kein Inhalt); weiblichen Sprecher, aber Sprache nicht als Englisch; Änderung der Stimme bei Englisch rückwärts von männl. zu weibl. Sprecher; Sprache rückwärts meist als "normal speech" identifiziert. Ein 400-Zh-Ton wurde immer beobachtet. Cherry, C. 1953 in Norman 1969, S. 18

Mod: Analyse beider Messages durch I.I.REP; zwei SIGNALE. In Verarbeitungspausen der shadow-Aufgabe können elementare (dh. in die Zeit gedehnte) Merkmale des rejected signal durch den Verarbeitungsteil laufen und ins Gedächtnis kommen. (Unterstellt wird also eine Art "Zwischenzeitverarbeitung" bei einfach zu bewältigendem "shadow"-Text; dies ist hier gegeben, da Zeitungstexte ja oft hohe Redundanzen haben, die sich sofort über COD auf EFF und damit auf WERT durchschlagen können.)

Exp. 27: Die Erkennungsschwelle von Worten bei tachistoskop. Präsentation ist sign. niedriger, wenn man Ss. einen Kontext niedriger, und nochmals sign. gesenkt, wenn man einen Kontext hoher Wahrscheinlichkeit anbietet. Incidental learning ist mit Kontext sign. besser als ohne. Morton, J. 1964

Mod: Die nicht-tachistoskop. Präsentation des Kontextes erlaubt über MATCH^{RES} und REP.SPEICHER ein feed forward (dh. eine "Einstellung" des I.I.-REP), und zwar je besser, je besser der Zusammenhang des so ausgewählten REP aus dem REP.SPEICHER ist. Das Incidental kann über MODELL SPEZ modelliert werden (siehe unten).

Exp. 30: Mischt man 2 Nachrichten über einen Lautsprecher, so erlauben verschiedene Stimmen eine gute Trennung, versch. Sprachen desto besser, je weiter sie phonet. vom Englischen entfernt sind. Ist Sprache und Stimme gleich, wird die Trennung aufgrund semant. Zusammenhänge vorgenommen. Von der rejected message wird nicht viel erkannt. Treisman, A. 1964b

Mod: REP erlaubt sich Bildung eines Distraktions-Signals. Im Falle der Sprach- und Stimmidentität könnte ein gemischtes Signal durch MOD.SPEZ und COD zerlegt werden (der I.I.-Mechanismus gibt dann ein gemischtes Signal ab).

Exp. 34: Eine vorhergehende Instruktion kann bei tachistoskopischer Präsentation von Stimuli gegenüber einer gleichzeitigen Instruktion die Wahrnehmungsleistung für Klassen (Buchstaben gegen Zahlen) steigern, aber nicht die Selektion auf der Basis von Farben (Rot/Schwarz) oder Positionen des Stimulus (innen/außen). Brown, J. 1960

Mod: Kritischer Punkt wieder die "Einstellung" eines REP über MATCH_{RES} und REP. SPEICHER. Die Leistungsdifferenzen Klasse, Farbe, Position seien der II. Rep-Struktur zugerechnet.

Exp. 82: Ss. können Wörter in Spiegelschrift besser identifizieren, wenn man ihnen ein gespiegeltes Umfeld anbietet, aber nur, wenn das reverse field nicht zugleich mit dem Wort erscheint, sondern vorher aus der richtigen Position um 180° gedreht wird. Anagrammprobleme mit Spiegelbuchstaben werden leichter gelöst, wenn die Buchstaben tatsächlich im Spiegel gesehen werden, statt als Spiegelbuchstaben auf eine Scheibe projiziert zu werden. Culbert, 1958

Mod: REP wird durch ein MATCH_{RES} über REP. SPEICHER "eingestellt". REP stellt danach eine geeignete TRANSFO zur Verfügung.

Exp. 95: Worte, die auditorisch im Kontext eines Satzes präsentiert werden, können korrekter identifiziert werden als solche, die isoliert in zufälliger Ordnung präsentiert werden. Miller, Heise & Lichten 1951 in Norman 1969, S. 46

Mod: Wieder eine "Einstellung" des REP durch REP. SPEICHER (im isolierten Fall ist keine Verbesserung der II. Bereitstellung möglich).

Exp. 102: Wie schnell Ss bei der Präsentation von Karten mit 3x3 Buchstaben Zielbuchstaben herausfinden und irrelevante Buchstaben ignorieren, hängt vom Gesamtvokabular ab, innerhalb dessen die Aufgabe stattfindet. Rabbit, P.M.A. 1964

Mod: Kritische Variable ist REP, seine Größe und damit die Zugriffszeit für REP. REAL.

"I.I. MATCH"

Exp. 5: Gibt man Ss die Möglichkeit, durch Drücken eines Hebels kurzzeitig Bilder zu sehen, so wird bei ungewohnten Bildern (zB. Elefantenkopf auf Hundekörper) öfter gedruckt als bei gewöhnlichen Bildern. Berlyne 1957

Mod: Hierzu ist anzunehmen, daß, ausgehend von der durch die exp. Situation gegebenen Erwartung optischen Inputs, elementare Repertoires bereitgestellt werden, deren II-MATCH jeweils, zusammen mit dem REP, durch BESCHRÄNKTE AKTIVITÄT das Hebeldrücken auslöst. Mit dem Übergang zu höher strukturierten REPS (etwa Gestalt-Reps, die das Bild eines Elefanten enthalten, etc.), kommt ein SIGNAL natürlich desto schneller zustande, je besser INPUT auf REP REAL paßt; desto größer ist aber auch die Fehlermöglichkeit infolge des höher strukturierten REPS: Der Elefantenkopf auf Hundekörper zwingt, über AUSSCH, zum Umschalten auf elementarere REPS, die eine elementarere Identifikation zu machen imstande sind. Die AUSSCH-Schleife, die hierbei immer wieder gemacht wird, und die Teilidentifikationen im II-MATCH, sind also Faktoren dafür, daß einerseits der INPUT länger benötigt wird, und daß andererseits deshalb immer wieder BESCHR. AKT vorkommt, und zwar über REP mit II-MATCH₁, damit ein INPUT vorkommt. Vorausgesetzt ist dabei lediglich noch, daß die Instruktion des Hebeldrückens im AKT REP vorliegt und auch über BESCHR. AKT abgerufen werden kann.

Exp. 6,7,8: Führt man in einer Serie ähnlicher Karten (Anordnung von roten Punkten) eine neue Serie ein (grüne Dreiecke, violette Vierecke), so wird bei den Anfangskarten einer Serie öfter gedrückt, um die Karten zu sehen als in der Serie.
Je ungeordneter Bilder sind, desto öfter wird ein Hebel gedrückt, um die Bilder zu sehen.
Je mehr Details ein Bild hat, desto öfter wird ein Hebel gedrückt, um es zu sehen, ziemlich unabhängig von vorhergehenden Bildern aus derselben Serie. Alle Berlyne 1957 (s.o.)

Mod: Im Prinzip wie die oben zu Exp. 5 gegebene Modellierung.
Für das erste Exp. (Nr. 6) muß zusätzlich beachtet werden, daß durch ein erfolgtes SIGNAL (etwa für die roten Punkte), das gewählte REP über das feedback SIG auf REP auch für die folgenden Identifikationsschritte beibehalten werden kann. (Das Identifikationsrepertoire wird also durch schon identifizierte INPUTs auf die zu erwartenden "eingestellt".)

Exp. 9,10: Gegenüber regelmäßigen, weniger Details enthaltenden, gleichmäßige Elemente enthaltenden, regulären Figuren, Tier- und sonstigen Bildern werden unregelmäßige Figuren, solche mit mehr

Details, ungleichen Elementen, bizarren Umrissen, Tier- und Gegenstandsbilder, die aus mehreren Tieren/Gegenständen zusammengesetzt sind, länger fixiert.

Neue Bilder werden ziemlich unabhängig davon fixiert, ob Ss vorher viele (10) oder wenige (5) Bilder gesehen haben, und welche Bilder das waren. Berlyne 1958

Mod: Siehe Exp. 5: BESCHR. AKTION ist in diesem Fall als Augenbewegung realisiert.

Exp. 91: Betrachtet man Ss beim Anschauen eines Bildes mit einer Augenkamera, so kann man bei verschiedenen Instruktionen (etwa: wie alt sind die Leute auf dem Bild? Sind sie reich oder arm? etc.) erhebliche Unterschiede in der Suchaktivität der Augen feststellen. Lurija, A. 1966, S. 274

Mod: Über REP. SPEICHER eine REP Bereitstellung (Instruktion) und BESCHR. AKT. aufgrund II-MATCH und REP.

"SIGNAL"

Exp. 11: Werden Bilder lange zur Betrachtung freigegeben (10 sec, 2 min.), so verwischen sich die Unterschiede in der Betrachtungszeit von Bildern verschiedener Charakteristiken. Berlyne 1958

Mod: Wie die Modellierung von Exp. 5 und den ähnlichen Exp. von Berlyne gezeigt hat, kommen Unterschiede in der Betrachtungszeit durch II-MATCH₁-Einfluß auf BESCHR AKT zusammen mit REP zustande. In dem Moment, wo SENS INPUT als hinreichend identifiziert auf SIGNAL gegeben werden kann, hört dieser den Unterschied machende Einfluß auf.

"WERT"

Exp. 15: Bei einer "2ear-2mess-shadow"-Aufgabe kann der Hörer einen Text mitsprechen, weiß aber vom anderen Ohr nichts. Er spricht den "Shadow"-Text monoton und weiß auch hier, vor allem bei schwierigen Texten, nachher den Inhalt nicht mehr. Cherry 1953 in Norman 1969, S. 17

Mod: Es muß zunächst davon ausgegangen werden (wie im Teil "Warum ein eigener II-Teil?" angedeutet), daß für beide Nachrichten ein möglichst

vollständiges II durchgeführt wird. Es liegen also am Ende der II zwei verschiedene SIGNALE, zwei Nachrichten vor, die jeweils beide Nachrichten mit einem Ohr-Distraktions-Kennzeichen versehen sind (also durch Kennzeichnungen, zu welchem Ohr sie gehören, wie ja, nach Definition von SENS INPUT durch eben diesen Input mitgegeben sein können), und daß sie nach dieser Kennzeichnung auseinandergehalten werden können.

Die Instruktion des Exp. fordert nun die Unterdrückung einer der beiden Nachrichten: SIGNAL gibt beide Signale mit der Distraktionskennzeichnung auf REP (durch das feedback). Dadurch ist eine MOD VORB möglich, die ebenfalls die Kennzeichnung enthält.

Die Instruktion des Versuchs läuft über MATCHRES auf den WERT, dadurch wird ein entsprechendes MOD SPEZ ausgewählt, das nun das richtige SIGNAL auf COD und in die Weiterverarbeitung bis hin zur Sprechaktivität schaltet. Das SIGNAL der falschen Kennzeichnung wird nicht verarbeitet. (Der Prozeß der Sprechaktivität ist in diesem Modell nicht analysiert; dazu kann nichts spezifischeres gesagt werden.)

Nun treten im Exp. auch Verstehensleistungen der Ss auf, die mit der Schwierigkeit der Texte zusammenhängen. Das Modell gibt dazu die Auskunft, daß bei hoher Redundanz des SIG, bezogen auf das gewählte MOD SPEZ, über die EFF-Variable, die ja den Verarbeitungsprozeß mit Hilfe von COD laufend überwacht, sofort ein über RS ind MOD VORB liegendes höheres Modell (das, über die reine Sprachidentifikation hinaus auch ein "Verstehen" des Textes leisten kann) durch WERT auf das MOD SPEZ gegeben werden kann. Daß dabei solche Modelle, die einfach zu verarbeiten sind, weniger oft an der EFF-Schwelle scheitern, ist klar.

(Anzumerken ist zu dieser Modellierung, daß die Signal distraktion keinen Einfluß auf die Verarbeitungskapazität der Nach-II-Prozesse hat. (Kein Einfluß auf EFF, kein Einfließen in COD.) Dies impliziert die Behauptung, daß das Verhalten von Ss bei Mitsprechaufgaben nicht davon beeinflusst wird, ob und wieviele Nachrichten zu trennen sind.)

- Exp. 26: Gibt man nach einem "2ear-2message-shadow" den Ss eine Liste von 7 Wörtern zum Erinnern, so ist die Erinnerungsleistung 1.9 Worte für die rejected mess., 4.9 Worte für die shadow-mess, und 2.9 Worte, die weder in rej. noch in shadow vorkommen (ein "sogenanntes" Wiedererkennen). Die Differenz für shadow und "sog. Wiedererkennen" ist

sign., für rejected und "sogen." ns.

Exp.26a: Gibt man den Ss während der Aufgabe Anweisungen, so ignorieren sie sie sowohl in der shadow als auch in der rejected. Jedoch werden von 36 Instruktionen mit Nennung der Namen der Ss in der rejected 20 gehört, ohne Namensnennung nur 4 von 36. Streut man Zahlen in die rejected ein, werden sie trotz ausdrücklicher Anweisung nicht aufgenommen. Moray, N. 1959

Mod: Rejected-Unterdrückung mit Hilfe von WERT, ebenso das Durchschlagen bei Namensnennung als Änderung von MODELL SPEZ über WERT. Für die schlechte Aufnahme der Instruktionen in Exp. 26 sei, wie schon in 15, MODELL SPEZ verantwortlich.

Exp. 31: Ein "2ear-multimes-shadow"-Exp. zeigt, daß mehrere Nachrichten im nun-shadow-Ohr nicht mehr Fehler beim shadowing verursachen als nur eine Nachricht. Ss. hatten keine Ahnung von rejected mess. (mit zwei Ausnahmen: ein S erkannte einen Buchtitel eines ihm gut bekannten Autors, ein S erkannte den Namen eines von ihm kürzlich besuchten Landstriches). Treisman, A. 1964a

Mod: s.o.

Exp. 73: Zeigt man Ss einen multiple-choice mit 43 Fragen über Wirbeltiere, und läßt sie angeben, zu welchen 12 Fragen sie am liebsten die Antwort hätten, so interessieren bekannte Tier mehr als unbekannte. Die Neugier erstreckte sich auch mehr auf Fragen, bei denen es als unwahrscheinlich eingeschätzt wurde, daß die Ss die Antwort wissen. Berlyne 1954 in: Berlyne 1966, S. 261f

Mod: Verschiedene MODELL VORB (über MATCH_{RES}), versch. WERTE für den zweiten Effekt die ORDNUNG der Modelle auf MATCH_{ACT}.

Exp. 78: Präsentiert man Ss visuelle Figuren und stellt ihnen dazu Fragen, so antworten Ss, die jeweils nur die Frage hören, zu 98% richtig, während Ss, die während ihrer Antwort schon die nächste Frage hören (overlapping), nur zu 70% korrekt antworten. Broadbent 1952 in: Berlyne 1960, S. 13

Mod: Der Leistungsabfall kommt zustande durch eine Signalunterdrückung via MODELL SPEZ durch WERT (Unterdrückung, bis Antwort beendet ist) (Ausschluß eines von II verlangten MODELL SPEZ zur neuen Frage).

- Exp. 85: (Ein Bericht eines Versuchsleiters): Ein S, das vom "incremental learning" gelesen hatte, bewegte bei einem Finger-Irrgarten nur immer den Finger durch den Irrgarten in der Hoffnung, es würde schon lernen. Nachdem S 4x mehr Versuche hatte als andere Ss, überredete es der Versuchsleiter, eine aktivere Rolle zu spielen. Green, B. (1966)
- Mod: Kein WERT für die Aufgabe, daher auch kein MOD SPEZ und keine Weiterverarbeitung.
- Exp. 96: Läßt man Kinder bei richtiger Lösung eine Diskriminationsaufgabe an einer Punkt-Zeichen-Aufgabe (dot drawing) einen Strick zeichnen, so wächst die Fehleranzahl in der Diskrimination, je eher man den Kindern das fertige "dot drawing" zeigt. Mittman & Terrell 1963 in Berlyne 1966
- Mod: WERT (nämlich Diskrimination) hält eine bestimmte ORDNUNG (Lösungskriterium) aufrecht, weil für das dot drawing kein Resultat da ist; wenn das der Fall ist, sinkt der Diskriminations-Wert.
- Exp. 97: Wenn man in einem "2ear-2mess-shadow" im rejected ear englische Worte sogar 35mal wiederholt, können sich Ss auch bei Androhung nachherigen Tests nichts merken. Moray 1959
- Mod: WERT-bedingte Unterdrückung eines Signals.
- Exp. 105: Gibt man Kontrollturm-Personal (Flugüberwachung) 4 einander überlappende Nachrichten aus 4 Kanälen, die sie alle beantworten sollen, so wird die Leistung um so schlechter, je größer die Überlappung ist, wobei die erste Nachricht (leading message) besser abschneidet, auch wenn sie leiser ist. Haben die Nachrichten der überlappenden Kanäle nur wenig Information, so steigt die insgesamt aufgenommene Information. Webster & Thompson 1953
- Mod: WERT-Einfluß auf MODELL SPEZ; der WERT ist beeinflusst von CODED und EFFIZIENZ.
- Exp. 139: Das Erinnern von Trigrammen wird durch Bezahlung nicht beeinflusst. Sagt man den Ss jedoch, es gebe Geld für das Erinnern der Trigramme, oder eine Füll-Aufgabe, beides oder nichts, so wird für Trigramm-Bezahlung die Füllaufgabe schlecht ausgeführt, und die Ss berichten von hohem innerem rehearsal (das innere "vor-sich-hersprechen" der Trigramme). Für Füll-Bezahlung ist die Erinnerungsleistung gering, die Leistung in der Füll-Aufgabe

hoch, es tritt kaum ein rehearsal der Trigramme auf. Montague, Hillix, Kiess & Harris 1970

Mod: Die Instruktion führt zu versch. MOD.VORB und verschiedenen Werten (via MATCH_{RES} / REP. SP.) die je nachdem verschiedene MODELL SPEZ zulassen.

Exp. 145: Ss, denen man die Instruktion gibt, bei einem HATRACK-Problem aktiv zu sein und so viele Lösungen wie möglich zu versuchen, schneiden besser ab als andere ohne Instruktion: sie zeigen mehr Aktivität, erreichen innerhalb des 30-min-Limits mehr Lösungen (beides sig.). In der Kontrollgruppe lag die Aktivität der Löser sig. über der der Nicht-Löser. Kaufmann & Raaheim 1973

Mod: Kritisch ist "WERT", und zwar insofern, als er durch die Instruktion (MATCH_{RES} auf die Werte in REP SPEICHER) reistent wird gegen EFF beim Nichtlösen, die sich auf den WERT auswirken kann.

Exp. 146: Sollen Ss in einer Arbeitsumgebung auf ein Warnsignal hin eine Response abgeben, so liegen Ss, die bei Akkordbezahlung für Nichtbeachtung des Signals eine Zeitsperre auferlegt bekommen, in der Signalbeachtung über solchen, die nur die Instruktion haben. McKelvey, Engen & Peck 1973

Mod: WERT, aufrechterhalten trotz eines MATCH_{RES} (nach dem Vigilance-Paradigma, nach dem die Bekanntheit der Situation über MATCH_{RES} auf Wert und damit die Zulassung anderer SPEZ sich auswirkt.

Exp. 156: Macht man Ss glauben, sie hätten 90% der Aufgabe hinter sich, so erreicht man in einem vigilance und einem tracking task einen sign. Endspurt (Leistungssteigerung), auch wenn Fragebogendaten nichts Gemeinsames über die Bedeutung von "90%" aussagen. Catalano, J.F. 1973

Mod: WERT, induziert durch die Instruktion (MATCH_{RES}): Damit kann das MATCH_{RES} als Gegenspieler des Eff-Einflusses verstanden werden.

"MODELL SPEZIFIKATION"

Exp. 1: Bestimmte Charakteristika der Sprache (Art des ausgelassenen Wortes, Position der Lücke, Länge des Satzes) nehmen Einfluß darauf, wie korrekt man bei einer Lücke das richtige Wort erraten kann. Aborn, Rubinstein & Sterling 1959

Mod: Die Instruktion des Exp., über MATCH_{RES} an RS

vermittelt, erfordert hier die Auswahl eines Modells für SPEZ, das die Wahrscheinlichkeiten der Sprachorganisation betrifft, also die jedem Sprachbenutzer intuitiv bekannten Regeln der Sprachverwendung. Über ORD kann die in diesem Modell wahrscheinlichste Einsetzung ausgewählt werden (REGEL und REAL-Schritte im Sprachmodell), und schließlich als MATCH_{RES}, hier unspezifiziert, zur Formulierung kommen.

- Exp. 22: Läßt man Schachspieler eine Position des 21. Zuges aufstellen, so raten Meister nicht besser als normale Spieler; nach 5 sec. Blick auf die zu rekonstruierende Position sind Meister deutlich überlegen. (Sie schaffen 91% Treffer im ersten Versuch, gegen 41% bei Normalen, 100% gegen 96% im 8. Zug; Normale haben im 12. Versuch 97%.) de Groot 1966
- Mod: Erstes Problem: (raten): MODELL SPEZ über MATCH_{RES} (Verstehen der Instruktion) ohne CODING; zweites Problem: MODELL SPEZ und effizienteres CODING der Meister durch besseres Modell.
- Exp. 25: Bei verschiedenen Signal/Rausch-Verhältnissen ist die Erkennungsleistung (in % der Fehler) bei Sätzen aus einem 25-Wort-Vokabular ebenso groß wie bei einem durcheinander getesteten 5-Wort-Vokabular; Pseudo-Sätze aus dem 25er Vokabular schneiden etwas schlechter ab als das 25er Vokabular, durcheinander getestet. Miller 1962
The Perception of Speech in Norman 1969, S. 45ff
- Mod: I.I. gibt, wegen beschränkten REFS (und damit schnell erreichter AUSSCHÖPFUNG) ein Rauschsignal; kritisch ist MODELL SPEZ mit der Benutzung sprachlicher Charakteristika fürs CODING.
- Exp. 35: Bei einem "serial learning" sind Listen von Silben der meistgebrauchten engl. Buchstaben leichter zu lernen als "nicht vertraute" Silben. Bedeutungsvolle und unsinnige Silben werden fast gleich gut gelernt, wenn man nur die Vertrautheit angleicht. Der "assoziation value" spielt dabei keine Rolle. Lindley, R. 1960
- Exp. 43: Bestreitung des obigen Ergebnisses mit dem Hinweis, daß mit einer besseren Ass.-Value-Liste die obigen Ergebnisse monotone Funktionen eben dieser Liste sind. Archer, J. 1961

- Mod: Unabhängig vom Streit Lindley-Archer modelliert sich das Ergebnis über MODELL SPEZ und ORDNUNG.
- Exp. 37: Sollen sich Ss auf die Bedeutung von Worten in einer Liste konzentrieren, so werden bei einer Kurzzeit-Wiedererkennung als "abstrakt" eingeschätzte Wörter schlechter behalten als "konkrete" Wörter. Ebenso werden, unabhängig von der Abstraktheit, häufige besser als weniger häufige Wörter erinnert. Gorman, A. 1961
- Mod: MODELL SPEZ (hier etwa ein reines Sprachmodell) und ORDNUNG auf MATCH_{RES}.
- Exp. 38: Listen von in der Sprache häufigen Wörtern werden schneller gelernt als seltene Wörter. Das Vergessen ist nach 30 sec. und nach 7 Tagen trotz zwischenzeitlicher Sprachbenutzung für beide Listen gleich. In frequenz-gemischten Listen ist das Vergessen abhängig von der Position der Wörter (ohne Einfluß der Häufigkeit). Postman, L. 1961
- Mod: MOD. SPEZ, ORDNUNG
Gibt auch das Wissen, daß versch. REPs im REP. SPEICHER nicht unbedingt miteinander interagieren.
- Exp. 41: Zieht man die Stimuli eines paired-associate von 5 Paaren aus einer Liste von Wörtern, so schneiden Ss, die diese Liste vorher 20mal vorgeführt bekommen, besser ab als Kontroll-Ss. Die Leistung ist aber gleich, wenn die Wörter der Liste als 2. Glied der Paare verwendet werden (für sinnlose Worte). Gannon & Noble 1961
- Mod: SPEZ und ORDNUNG auf MARCH_{RES}.
- Exp. 46: Wenn Ss ein amall-step-Lernprogramm über grundlegende Begriffe der mathematischen Reihenbildung gelernt haben, dann liegen in einer Problemlösesituation mit Reihen am nächsten Tag Schüler, die nach dem Programm "Guided Discovery" trainiert haben (zusätzlich zum Step-Programm), über solcher, die als Training ein "Rule-Example" und über solcher, die nur ein "Discovery" hatten. Gagné & Brown 1961
- Mod: Die versch. Programme bilden versch. MODELL SPEZ mit versch. REGELN und Regelabrufungsstrategien aus.
- Exp. 52: Bei einem Trefferspiel in einer Ebene (Schießen auf Schiffe) erzielt eine Gruppe, die separates

Feedback für Länge resp. Breite hat, ein schlechteres Ergebnis als eine Gruppe, die die euklidische Entfernung des Einschlags vom Ziel als Feedback hat. Nur bei einer mittleren Korrespondenz der Dimensionen war die erste Gruppe besser. Donahoe 1960

Mod: Versch. Möglichkeiten, über MATCH_{ACT} (auf ACT und REP. SPEICHER) zu einem MODELL und entsprechenden MOD. SPEZ zu kommen.

Exp. 71: Wenn Ss Stories lernen sollen, so ist ihr Erinnern kürzer, in der Sprache modernern und im inneren Zusammenhang größer als das Original. Diese Fehler wachsen in der Zeit an, die Länge der erzählten Story ändert sich meist nicht. Die Ss raten oft, statt sich zu erinnern. Bartlett 1932 in Norman 1969 S. 136f

Mod: MOD. SPEZ beeinflusst CODING und ORDNUNG beim Merken; Präsentation vorwiegend nach der Ordnung beim Erinnern.

Exp. 72: Gibt man Ss eine Liste mit Statements über Tiere, nachher einen Alternativ-Fragebogen mit Antworten, die in der Liste vorkommen, so schneiden Ss, die vor der Statement-Liste den Fragebogen schon einmal hatten, besser ab als eine Kontrollgruppe. Die Exp-Gruppe bekundete mehr Interesse an der Aufgabe und wollte mehr über Tiere wissen. Berlyne 1954 in Cofer & Appley 1964

Mod: Kritisch ist MODELL SPEZ und CODING aufgrund eines Result aus MATCH_{ACT}, das das Merken (Operation) mit den Statements verbessert.

Exp. 104: Überdeckt man die Reproduktion von Worten mit weißem Rauschen, so ist die Frequenz, mit der das Wort in einer Sprache (engl/franz) vorkommt, eine 50% Erklärung für die Fehler beim Erkennen. Dabei tauchen sinnlose Antworten bei Wörtern niedriger Frequenz häufiger auf. Rosenzweig & Postman 1957

Mod: Unvollst. I.I. und simples MOD. SPEZ (Sprachmodell) über ORDNUNG (präsentiert die wahrscheinlichste Vermutung).

Exp. 106: Sollen Ss Listen lernen, so schneiden sie nach einigen Stunden Lernpraxis nicht besser ab als Controls. Werden sie aber in Techniken des Merkens unterrichtet, sind sie nach demselben Lernaufwand viel besser. Woodrow 1927 in Norman 1969, S. 100

Mod: MODELL SPEZ mit mehr/weniger effizientem
 CODING und REGEL-Strategie.

Exp. 137: In einer Erinnerungsaufgabe "erkennen" die Ss
die Präsuppositionen eines kontrafaktischen
Konditionalsatzes deutlich besser als Fremd-
material. Fillenbaum, S. 1974

Mod: MOD. SPEZ und ORDNUNG geben hier ein größeres
 MOD. REAL ab als es der Stimulus selbst hatte.

"CODED SIGNAL"

Exp. 12: Läßt man Ss Listen von Wörtern lernen, so ler-
nen sie bedeutungsvolle besser als bedeutungs-
lose, Anfang und Ende schneller als die Mitte
der Liste, und bei 2 sec. Pause zwischen den
Durchgängen schlechter als bei 4 sec. Pause.
Braun & Heymann 1958

Mod: In diesem Exp. sind drei kritische Variablen
 enthalten:
 Die erste ist der Unterschied Bedeutungsvöll-
 Bedeutungslos des über SIG einlaufenden Inputs
 ins Verarbeitungsmodell. Dabei schneidet die
 COD besser ab für höher organisierte Modelle,
 die für die Bedeutungshaftigkeit unterstellt
 werden. (Höher organisierte Modelle erlauben
 bessere Redundanz von SIG im COD und daher bes-
 sere Verarbeitung und Einspeicherung im RS:
 MATCH_{RES} stellt nämlich außer SPEZ auch WERT
 derart ein, daß eine möglichst hohe ORD möglich
 wird, wie sie für die Einspeicherung in RS wün-
 schenswert ist. Dies kann natürlich desto schnel-
 ler erreicht werden, je höher geordnet das Modell
 ist.
 Die zweite Variable betrifft den typischen "serial
 position"-Effekt. Dieser Effekt hat zwei Kompo-
 nenten: Das Absinken der Leistung mit zunehmendem
 Informationszufluß (Mitte der Liste), und das
 Ansteigen der Leistung mit Aufhören des Zuflus-
 ses (für das Ende der Liste).
 Das Absinken der Leistung ist verhältnismäßig
 einfach modellierbar: Das Lernen der Items (ein
 MATCH_{RES} - Einfluß via RS auf WERT und ORD) er-
 fordert möglichst hohe Ordnung des COD-Inhalts.
 Durch den laufenden Zufluß von SIG ins COD kommt
 es langsam zu einer Art Stau (dh. der Informa-
 tionszufluß ist größer als der Abfluß über MATCH_{RES})
 in der Verarbeitung, die sich, durch COD auf EFF,

von da zu WERT auf ORD durchschlägt und das Kriterium der Verarbeitung herabsetzt. Die Folge ist schlechteres Lernen in der Mitte der Liste. Das Ansteigen der Einspeicherungsleistung am Ende der Liste bedeutet demgegenüber ein gewisses Problem, das jedoch mit Hilfe einer Vermutung von Norman 1969 lösbar scheint. Diese Vermutung bezieht sich darauf, daß es eine Leistung der Informationsverarbeitung ist, durch "inneres Vorsprechen", "rehearsal", Informationen in begrenzter Anzahl in Bereitschaft zu halten, auch wenn kein SIG mehr vorliegt. Diesen Kurzzeitspeicher kann man nun dazu benutzen, die zweite Komponente der serial-position-Effekts zu erklären: Wenn kein Zufluß aus SIG mehr da ist, können die Items am Ende der Liste, die als "rehearsal" im Kurzzeitspeicher vorliegen, in Ruhe verarbeitet werden. Dies würde den Effekt bringen, daß die Items am Ende der Liste besser gelernt werden als die in der Mitte. Im Modell: Der COD-Einfluß auf EFF würde abgebaut, und die Qualität der Verarbeitung kann, durch EFF-Einfluß über WERT auf ORD wieder steigen. Ergebnis ist ein besser zu speicherndes MATCH_{RES}. Ähnlich liegt der Fall bei der dritten Variablen, den Pausen zwischen den Durchgängen: Auch hier kann, für verminderten COD-Einfluß auf EFF bei längeren Pausen, und entsprechendem rehearsal, eine bessere ORD durchgesetzt werden. Leider bietet das Modell dieses rehearsal, dh. die Streckung des COD in der Zeit, nicht als Variable an, weil die Zeitdimension im Modell nicht berücksichtigt ist. Diese einzuführen würde eine wesentlich detailliertere Klärung der einzelnen Variablen erfordern. Das rehearsal muß daher der Deutung der Variablen COD zugeschlagen werden: COD kann also auch so vorkommen, daß eine Anzahl von Informationen in einer Art Schleife kurzzeitig gespeichert werden.

Exp. 14: Präsentiert man Ss eine Mischung zweier verbaler Nachrichten, so können sie hochwahrscheinliche Phrasen (Clichés) als Ganze aus dem Text herausziehen. Cherry in Norman 1969, S. 16

Mod: CODED mit Hilfe eines entsprechenden MOD. SPEZ erlaubt die Distraction.

Exp. 32: Präsentiert man 2-silbige Wörter, die zueinander unverbunden sind, in verschiedenen Ordnungen, so ordnen Ss beim Erinnern die Wörter in Sequenzen, unabhängig von der gerade präsentierten Ordnung. Diese Ordnung wächst mit der Anzahl der Durchgänge. Tulving 1964

- Mod: CODING und MODELL über MATCH_{RES} mit Verbesserung des CODING in folgenden Durchgängen.
- Exp. 36: Läßt man Ss durch Knopfdruck aus geometrischen Figuren bestimmte Dimensionen heraus-suchen, so ist die Leistung um so schlechter, je mehr irrelevante Information, und je schlechter das Feedback ist. Je komplexer die Figur, desto wichtiger das Feedback. Pishkin, V 1960 Psych.
- Mod: Für die Relevant-Irrelevant-Unterscheidung das CODED mit SPEZ, für das Feedback MATCH_{ACT} auf REP. SPEICHER (Hypothese) und AKTIVITÄT.
- Exp. 40: Bei der Identifikation zufälliger Figuren wächst die Fehlerzahl mit Anwachsen der Irrel. Dimensionen. Gruppen mit ästhetischem Training (Einschätzung der Figuren nach "pleasantness") schnitten besser ab als solche, die zu den Figuren Namen lernten. Rasmussen & Archer 1961
- Mod: CODED mit SPEZ für die Komplexität; für die Trainingseffekte versch. MOD. SPEZ mit versch. ORDNUNG.
- Exp. 42: Läßt man Ss verschieden redundante Reihen von Buchstaben schriftlich kopieren, so nimmt die Zeit, in der die Ss auf die Vorlage schauen, mit der Redundanz der Reihe ab, die Anzahl der Blicke, die Ss auf die Vorlage werfen, nimmt erst langsam, dann (bei 75% Redundanz) schneller ab. Für geübte Ss fällt die Anzahl der Blicke gleichmäßiger. Hogan, J. 1961
- Mod: CODING und MODELL SPEZ.
- Exp. 90: In einem tracking-Exp. verschlechtert visuelles Rauschen die Fehlerzahl proportional. Je schwieriger der Kurs, desto höher die Fehlerzahl. Howell & Briggs 1959
- Mod: Schlechtes CODING wegen eines schlechten SIGNALs, daher Verschlechterung des MATCH_{ACT}.
- Exp. 98: Läßt man Ss bei der Präsentation von Zahlen und Buchstaben in normaler Reihenfolge fehlende Zahlen heraus-suchen, so ist die Fehlerzahl größer bei simultaner als bei sukzessiver Präsentation visueller und auditorischer Stimuli. Nowbray 1952 in Berlyne 1960, S. 13
- Mod: Hohes CODED (bedingt durch ein Schalten auf die versch. MODELL SPEZ) beeinflusst EFF und WERT.

Exp. 138: In einer "2ear-2mess-nonshadow"-Aufgabe korreliert die Erinnerungsleistung im unattended-Ohr zu .84-.88 mit dem "digit span" der Ss. In der Performanz gab es hier große Unterschiede. Erinnerung beruhte auf Ohr-für-Ohr-Berichten, nicht auf den präsentierten Paaren. Parkinson, S. 1974

Mod: Kritisch hier verschiedene CODED aufgrund verschieden guter MODELLE. Ohr-Distraktoren im SIGNAL.

"ORDNUNG"

Exp. 2: Beim Lösen log. Probleme ist die Anzahl der Schritte, die gemessen an der kürzesten Lösung überflüssig sind, desto größer, je mehr Ziele (bei nur einer richtigen Lösung) angegeben sind. Anderson, S. 1957

Mod: Die Instruktion gibt für ein gegebenes Modell, in diesem Fall bestehend aus den vorher gelernten Sätzen und Regeln des log. Kalküls, verschiedene Spezifikationen der ORD-Variablen als Ziel der Kalkülanwendung. Das Modell ermöglicht hier für dieses Exp, folgende Simulation: Ein jeweils gegebenes SPEZ wird so lange bearbeitet, bis durch den Einfluß von EFF auf WERT ein neuer SPEZ/ORD-Komplex versucht wird (für Situationen mit mehreren Zielen). Dabei muß lediglich angenommen werden, daß die Unterschiede der verschiedenen SPEZ/ORD-Komplexe, also der verschiedenen alternativen Ziele, hinsichtlich ihrer WERT-Variablen sehr gering sind, so daß schon eine geringe Belastung von EFF dadurch, daß eine Lösung des Problems nicht zustande gebracht wird, sich über WERT auswirken kann. Anders ausgedrückt: Es muß angenommen werden, daß die Fluktuation der verschiedenen REAL/REGEL-sets, denen bestimmte Ziele, also ORD, zugeordnet sind, sehr hoch ist, weil es ja keinen Grund gibt, warum auch bei hoher EFF-Belastung an einem bestimmten Ziel festgehalten werden soll. (Die Effizienz der Verarbeitung steigt ja gerade damit, daß möglichst viele Wege gleichzeitig beschritten werden, weil ja nicht klar ist, welches Ziel die Lösung ist.)

Exp. 33: Das Erinnern von Wortlisten ist bei Intentionalen Lernern ("merkt euch möglichst viel") größer als bei Incidental Lernern ("schätzt die Stimme des Vorlesers ein"). Die mittlere Erinnerungs-

leistung bei beiden Gruppen um so besser, je näher die Listen der statist. Struktur des Englischen kommen. Läßt man beide Gruppen Wörter in Satzlücken einsetzen, so ist die Erinnerungsleistung um so größer, je größer der Kontextzusammenhang ist, bis sie bei sehr großen Zusammenhängen wieder abnimmt. Im Recall eigener Responses sind aber Intentionale über Incidental Lernern. Postman & Adams 1960

Mod: Für das Intent/Incident ist die ORDNUNG wichtig (sie ist für incidentale nur zufällig hergestellt), daher MATCH_{RES}. Für die Kontexte kritisch ist MODELL SPEZ und diese ORDNUNG.

Exp. 127: Wenn ein Lehrer die Beobachtung eines Blattes durchs Mikroskop durch Erläuterungen begleitet, können die Kinder nachher nicht so viele Fragen beantworten, wie wenn er Fragen stellt über das, was im Mikroskop nachher identifiziert werden kann. Zankov 1957

Exp. 128: Läßt man Schüler in einem Film gezeigte überraschende Tatsachen durch ein Ja/Nein-Fragespiel lösen, so entwickeln sie mit der Zeit eine effektive Fragestrategie. Die Zahl der fruchtbaren Fragen wuchs sign. Suchman 1961- Beide in Berlyne 1966, S. 267, 266

Mod: Jeweils verschiedene ORDNUNGEN gehen über MATCH_{ACT} auf neuen Input und REP. SPEICHER zu Änderungen der MODELLE.

Exp. 131: Sollen Ss auf einem Multiple Choice 12 aus 48 Fragen ankreuzen, von denen sie die Antwort wissen wollen, so werden bekannte Tiere bevorzugt; außerdem für die Ss überraschende Fragen und solche, die den Tieren Eigenschaften zuschreiben, die sie nach Rateurteil kaum besitzen. Berlyne 1954, in Berlyne 1966, S. 261f

Mod: Verhältnis einer Modell-ORDNUNG zu einem SIGNAL; und MATCH_{ACT} nach der dadurch festgelegten Rangordnung (Güte des Modells; Störung des Modells).

Exp. 143: Gibt man in einer Erinnerungsaufgabe die Anweisung, das Material zu organisieren, so ist die Leistung sign. besser als ohne die Anweisung. Dasselbe gilt für eine Anweisung, nach der das Erinnern nur gefordert ist, wenn ein Organisieren möglich ist. Ornstein, Trabasso & Johnson-Laird 1973

- Mod: Herstellung einer ORDNUNG, via MATCHRES (Instruktion) und WERT, für effizientes MATCHRES.
- Exp. 154: In einer Lernaufgabe, in der Ss zwischen Begriffen Assoziationen herstellen sollen, schneiden Ss, die "unübliche" Assoziationen machen sollen, über solchen mit "üblichen" Ass. ab (Incidental und Intentional). "Humor"-Ass. erleichtern incidental learning. Intentional differenziert in IQ-Gruppen, Incidental nicht. Hauck & Thomas 1972
- Mod: Kritisch ist hier die verschiedene ORDNUNG (als Folgewahrscheinlichkeit), die durch die Aufgabe induziert wird, und daraus die verschiedenen Resultate.

"EFFIZIENZ"

- Exp. 50: In einem Experiment mit sequentielltem Recall, bei dem die Ss während der Präsentation der zu merkenden Items zu einem Recall bestimmter Blöcke veranlaßt werden, die einer Kategorie zugeordnet sind, wächst die Fehlerzahl im Recall mit zunehmender Anzahl der jeweils bis zum Recall zu merkenden Items (Average Load). Bleibt die Av. Load konstant, so nehmen die Fehler um so mehr ab, je mehr Items bei den Recall points abgerufen werden (average load Reduction). Reid, Lloyd, Brackett & Hawkins 1961
- Mod: In diesem Exp. kommt es darauf an, zwischen den einlaufenden SIG und den in MATCHRES und RS gegebenen Kategorien ein COD und MATCHRES mit möglichst hoher ORD herzustellen. Dies erfordert ein Festhalten der MATCH₁-ORD-MATCH₂-MATCH₃-REGEL/REAL-MATCH₁-Schleife bis zum Erreichen entsprechender ORD. Der laufende Zufluß weiteren COD zum selben Modell (dem Ab-rufkriterium) wirkt sich natürlich auf EFF und damit auch auf WERT aus und senkt das in ORD gegebene Kriterium (Average-load-Fall). Die Verminderung der Belastung in dieser Schleife hat den gegenteiligen Effekt auf EFF, daher kann ORD wieder angehoben, und somit die Fehlerzahl gesenkt werden (bessere Verarbeitung im load reduction-Fall).
- Exp. 74: Das Einführen einer neuen Information nach einer Habituationsphase löst eine Neugierreaktion aus. Berlyne 1957, 1951 in Cofer & Appley 1964, S.286

- Mod: Habituation über EFF auf WERT und SPEZ, neue Information läuft dann über MATCH₂ und über EFF auf MATCH_{ACT} (da neues MOD. SPEZ erforderlich).
- Exp. 133: Muß man neben einer Tracking-Aufgabe auch noch eine Additionsaufgabe lösen, so wird das Tracking dadurch beeinflusst. McLeod, P. 1973
- Mod: Verarbeitung zweier Modelle gleichzeitig wirkt sich über die Verarbeitungsvariablen (REAL, REGEL) auf EFF aus.
- Exp. 144: In einem "concept attainment task" schneiden Ss unter Streß (Leistung wird auf Video aufgezeichnet) schlechter ab; der Einfluß des Streß interagiert mit der Schwierigkeit. Laughlin 1972
- Mod: Die Streß-Variable wird als "Selbsteinschätzungs"-Modell angenommen; dann besteht eine 2-Modell-Interaktion nach dem Muster von Exp. 133. Es könnte aber auch, allerdings unanalysiert, die PHYSIOL-Variable auf EFF als Ursache angenommen werden (das würde bedeuten, daß Streß nur eine unspezifische physiologische Reaktion auf hohe Anforderungen ist).
- Exp. 153: In einer Problem-Solving-Situation hat die Leichtigkeit, mit der Ss Einblick in die Problem-Materialien nehmen können, auf die Lösung nur Einfluß, wenn das Ziel vage ist. Umgekehrt wirkt sich die Anzahl der Schritte bis zu einem Subziel nur aus, wenn die Problem-Materialien schwierig sind. Benjafield, J. 1971
- Mod: Kritisch ist EFF, die nur dann nach außen geht (act match), wenn die Lösung unwahrscheinlich wird.

"AKTIVITÄT MATCH"

- Exp. 19: Bei einer Tracking-Aufgabe wird die Leistung bei trainierten Ss in Verfolgung und Kompensation desto schlechter, je größer die Feedback-Verzögerung ist; sie erreicht bei 4 sec. die Zufallsgrenze. Conklin, J. 1957
- Mod: Tracking-Experimente wie das vorliegende erfordern die Bildung eines MODELLS über die Bewegungen des Stimulus. Da in diesem Exp. die Ss trai-

niert sind, wird das Vorliegen eines entsprechenden Modells angenommen, das als ORD (Kriterium der Aktivität) die Übereinstimmung von unabhängigem und subjektgesteuertem Zielpunkt hat. Die Herstellung einer solchen Ordnung erfolgt über MATCH_{ACT}, das gleichzeitig eine geeignete Strategie im ACT. REP. anfordert, und über seinen Einfluß auf RS eine Vorwegnahme des Effektes dieser Aktivität in SPEZ bereitstellt. (Dies heiße die "Hypothesen-Schleife".) Durch diese Bereitstellung kann die Aktivität gezielt getestet werden. Die feedback-Verzögerung dieses Exp. kann sich unmittelbar über SIG auf die Verarbeitung durchschlagen: Die SENS. INPUT-Meldung über die Propriozeptoren gibt eine Wahrnehmung der eigenen Aktivität, die zusammen mit dem daliegenden SPEZ (aus MATCH_{ACT} über RS) eine erste Verarbeitung hinsichtlich der Eignung des ACT ermöglicht. Die damit gegebene Erwartung über den optischen Input stimmt nun aber nicht überein mit dem tatsächlichen INPUT: gefordert ist dann von den Ss, aufgrund des SPEZ, und mit der Annahme geeigneter Strategien in ACT (also einer hypothetischen Auswertung der propriozeptiven Wahrnehmung) und zusätzlich unter Berücksichtigung der feedback-Verzögerung vorlaufend über MATCH_{ACT} und ACT zu reagieren: angesichts des weitgehend hypothetischen Charakters dieser Verarbeitung, die sich in drei Punkten (dem target-Verhalten, der feedback-Verzögerung, und der propriozeptiven Auswertung) auf Modelle verlassen muß, ist es kein Wunder, daß die Leistung zunehmend abfällt.

Exp. 44: Sollen Ss lernen, nach Auftauchen eines opt. Stimulus einen von mehreren Response-Schaltern zu drücken, so sind die Anfangserfolge der Aufgabe nahezu proportional der Signal/Rauschen-Proportion des Feedback. Shelley, M. 1961

Mod: Über die Hypothesenschleife (s.o.).

Exp. 132: Beim Incidental Learning Recall werden unscharfe Bilder besser behalten als scharfe Bilder von Objekten. Dieser Effekt tritt beim Intentional Recall nicht auf. Die Bilder dürfen aber nicht zu unscharf sein. Ss merken sich die Bilder auch dann (incidental), wenn sie nicht wissen, daß ihnen die scharfen gezeigt werden. Berlyne & Normore 1972

Mod: In diesem Fall tritt eine Hypothesen-Schleife wegen eines schlechten Signals auf, die zum

Lerneffekt über MATCH_{ACT} auf REP. SPEICHER führt.
Für den Intentional-Fall gilt ein anderes SPEZ, ORDNUNG und MATCH-Kriterium.

"MATCH RESULTAT"

- Exp. 24: Bei 5-Buchstaben-Anagramm-Problemen erreichen Ss die Lösung in ca. 3 sec, wenn man ihnen die Listen nach Kategorien spezifiziert (animals, trees, music instruments...), unspezifiziert in ca. 12 sec. Keine oder fehlerhafte Lösungen gibt es spezifiziert zu 8%, unspezifiziert zu 30%. Hunter, I. 1956
- Mod: Die Differenz der Leistungen resultiert daraus, daß das SIG im unspezifizierten Fall zunächst auf ein ziemlich ungeordnetes Modell in SPEZ stößt. Durch die Spezifizierung können aber Möglichkeiten der Lösung erheblich eingeschränkt werden, da das über RS bereitzustellende Modell aus wesentlich weniger Elementen besteht.
- Exp. 142: Bei monotoner Arbeit (Drucken von kontinuierlichen Buchstabenpaaren) kann die Leistung durch Einführung eines nicht-spezifischen Rauschens gesteigert werden. McBann, W. 1961 in Eysenck Hg. 1964
- Mod: MATCH_{RES} (Kenntnis der Situation vollständig) drückt WERT und ORDNUNG der laufenden Arbeit (vigilance-Paradigma). Rauschen ist Änderung der Situation, also MATCH_z statt MATCH_{RES}, und die entsprechenden Effekte. (Dies impliziert, daß der Effekt nicht von Dauer ist.)
- Exp. 151: In einem vigilance task beeinflusst ein feedback über das Verhalten sig. die Leistung. Ss sind in "knowledge-of-result"-Durchgängen (KR) überlegen über Durchgänge ohne KR. Dabei ist der Typ des KR (ob die Ss "gut" oder "schlecht" sind) nicht von Bedeutung. Warm, J. et al. 1973
- Mod: MATCH_{RES} kommt hier wegen der Selbstimplikation (KR) nicht zustande, daher kein Effekt auf EFF und WERT (das Vigilance-Paradigma tritt nicht ein).

"MODELL REALISATION", "REGEL"

Exp. 148: In einem discrimination problem schneiden Ss mit einem 192-Durchgänge-Training an 3 Problemen besser ab als solche mit 24 Problemen, und beide besser als solche, die nur an einem Problem trainieren. Morrisett & Hovland 1959

Mod: Kritisch ist eine REAL/REGEL-Strategie, die über MOD. SPEZ aufgebaut wird (Hypothesen. Zirkel) und in den 3 Gruppen unterschiedlich ist.

Exp. 23: Vorklärung: Spy-Probleme sind folgender Art: die Ss erhalten eine Liste von Spionen-Namen, die paarweise zueinander Nachrichten austauschen können (also etwa: "Joe" an "Schlüssel", "Faß" an "Dusche", "Adjektiv" an "Dusche" etc.). Ss lernen diese Listen bis zu einem Kriterium, und bekommen dann eine Aufgabe, zB: Eine Nachricht muß von "Faß" zu "Hügel". Dabei sind natürlich Probleme unterschiedlicher Länge (x00), mit verschiedener Anzahl von Sackgassen (0x0), und verschiedener Länge der Sackgassen (00x) möglich (ein 900-Problem ist also neun Paare lang, und hat keine Sackgassen, wogegen ein 611-Problem 6 Paare lang ist und 1 Sackgasse von 1 Paar Länge enthält). Gibt man Ss nun Spy-Probleme zu lösen, so werden 25% der Wege von rückwärts gelöst. Wege werden immer in Paaren beschrieben. 900-Probleme brauchen 6x mehr Zeit als 300. Je näher Ss der Lösung sind, desto weniger gehen sie in Sackgassen. Je näher sie dem Ziel sind, desto schneller geht es (und nicht wegen des Aufbrauchens von Paaren). In der Nähe auch von Subzielen geht es schneller. Nach Erreichen eines Subzieles steigt aber die Lösungszeit wieder an, weshalb 900 mit Zwischenzielen schneller, aber 661 langsamer gelöst werden als ohne. Spy-Probleme mit Doppelsprechstrukturen werden im Verhältnis zur Zugriffszeit der Listen gelöst. Hayes 1966

Mod: Über MODELL SPEZ, REAL und REGEL, sowie über die gegebene ORDNUNG des Modells (ohne SIGNAL). Das Hochschnellen der Lösungszeit nach Erreichen eines Zwischenzieles mag dadurch zu modellieren sein, daß ein Zwischenziel über MATCHRES läuft, und der ganze Prozeß neu anlaufen muß.

IV INTRINSISCHE MOTIVATION

1. Einleitung: Was das Modell versprochen und bis jetzt gehalten hat

Der Leser hat bis zu diesem Punkt einen langen Weg der Enttäuschung hinter sich: In Kapitel I wurde vorgegaukelt, die Arbeit befasse sich mit dem Thema "Intrinsische Motivation", dann wurde zurückgesteckt, und eine Theorie der "kognitiven Aktivität" entwickelt, mit Wahrnehmungsproblemen und "Zielschießen-auf-Schiffe"-Experimenten. Am Ende des ganzen Aufwandes steht nun ein verwirrendes Modell der kognitiven Aktivität, aber der Faden zur Motivation, und schon gar zur intrinsischen, ist längst abgerissen.

Was nun also nottut, ist, schleunigst den Anschluß an das Thema der intrinsischen Motivation zu gewinnen. Dabei soll folgendermaßen vorgegangen werden:

- a) Im weiteren Verlauf dieser Untersuchung wird unterstellt sein, daß die im ersten Teil angebotene Theorie theoretisch sauber konstruiert und empirisch triftig ist, daß sie umfassend und differenziert genug ist, um alle kognitiven Vorgänge zu erklären.
- b) Auf dem Hintergrund der heute in der pädagogischen Umgangssprache üblichen Verwendung des Motivationsbegriffes soll überlegt werden, wie ein Motivationsbegriff aussehen kann, der sich an der gebotenen Theorie festmachen läßt, und der doch eine Ähnlichkeit mit bisher verwendeten Motivationsbegriffen hat.
- c) Unter Zuhilfenahme von Aussagen verschiedener pädagogischer und psychologischer Autoren zum Problem der "intrinsischen" oder auch "primären" Motivation kann dann ein Begriff der intrinsischen Motivation bezüglich der gegebenen Theorie motiviert und schließlich definiert werden.
- d) Und schließlich kann auf der so gewonnenen Basis die eine oder andere Bemerkung darüber gewagt werden, wie sich die so gewonnene Theorie der intrinsischen Motivation zu anderen Äußerungen in der Literatur verhält.

2. Der Begriff der Motivation

Bücher und Artikel zum Problem der Motivation sind Legion, angefangen von Versuchen, die wissenschaftstheoretische (bzw. philosophische) Triftigkeit eines Motivations- und Motivbegriffes und dessen Brauchbarkeit für wissenschaftliche Erklärungen zu durchleuchten, bis hin zu höchst schulpraktischen Abhandlungen über Motivationstechniken und -tricks.

Ebensoviele Versuche, wie es Bücher gibt, gibt es, diesen Begriff zu präzisieren oder gar zu definieren. Für unsere Zwecke, die ja nicht literaturgeschichtlicher Art sind, genügt es jedoch, sich auf einen Definitionsversuch zu beschränken, von dem man annehmen kann, daß er repräsentiert, was in neuester Zeit zum Motivationsbegriff gesagt werden kann. (Zur Rechtfertigung dieses Minimalaufwandes nach einer bombastischen Einleitung sei gesagt, daß von der Überschau über schon gefaßte Motivationsbegriffe für die Qualität des hier definierten Begriffes nichts abhängt, und daß für seine sachliche Ähnlichkeit mit Begriffen der Tradition die hier gebrachten Zitate gute Zeugen sind.)

Wir bemühen zwei Zeugen:

- 1.) Schiefele: "Motivation - ein hypothetischer Begriff zur Erklärung der gesteuerten Dynamik des Verhaltens, der Erwartung von Handlungsfolgen und der gefühlshaften Besetzung von Absichten." (SCHIEFELE 1974, S. 455)
- 2.) Heckhausen: "Um diese verbleibenden individuellen Unterschiede des Verhaltens bei sonst gleichen Anregungsbedingungen der Situation zu erklären, verwendet man in der neueren Motivationspsychologie den Begriff Motiv... Motiv in diesem Sinne...kann man nicht beobachten. Es ist ein sog. hypothetisches Konstrukt." (HECKHAUSEN in WEINERT (Hg) 1974, S. 142)

Aus diesen beiden Zitaten läßt sich ein gemeinsamer Kern gewinnen, der auch allen anderen Versuchen, mit der Motivation zu Schuß zu kommen, gemeinsam ist: Verhal-

ten von Subjekten ist erklärungsbedürftig, und zwar in der Weise, daß die Spezifizierung einer äußeren Situation nicht zur Erklärung ausreicht, und so den verschiedenen Subjekten verschiedene innere Zustände zugeschrieben werden, die zur Erklärung dienen können. Daraus geht hervor, daß Motivation immer (abgesehen vielleicht von der Theorie B.F. Skinners) eine subjektabhängige Variable, und auch immer eine theoretische Variable (ein hypothetisches Konstrukt) ist. Diese Abstraktion trifft nun sowohl auf die "drive"-Theorien zu, wie auch etwa auf Berlyne's intrinsische oder Atkinsons und Heckhausens Leistungsmotivation.

Wir können also, ohne befürchten zu müssen, einen Begriff zu schaffen, der fernab von allem liegt, was "Motivation" bislang bedeutet hat, von dieser Abstraktion ausgehen. Dann sind folgende Überlegungsschritte angebracht:

Wie der Leser sich erinnern wird, wurde anfangs ein Subjektbegriff im Gegensatz zur "Umwelt" eingeführt, der sich der Unterscheidung bediente, Subjekt sei alles, was körperlich abgrenzbar sei als zu einem bestimmten Menschen gehörig, Umwelt sei alles, was nicht Subjekt sei.

Nehmen wir nun an, es gäbe für alle nicht-kognitiven Verhaltensweisen eines Subjekts ähnliche Theorien wie die hier angebotene (etwa für Hunger, Durst, Sex, etc.), die das entsprechende Verhalten durch ein System von Variablen zu erklären versuchten, so könnten wir zunächst einen Begriff der "motivierten Handlung" definieren, der für bestimmte Outputs dieses Systems gelten würde. Wir müßten dann festlegen, eine "motivierte Handlung" solle eine solche sein, die unter Verwendung von Umweltvariablen allein nicht erklärt werden könne.

Damit wären natürlich solche Variablen nicht ausgeschaltet, die in der Motivationspsychologie traditionell nicht zur Motivation zählen, wie etwa organische Schäden, Drogeneinfluß, Reifung, etc. Wir könnten aber diese Effekte benennen, und die zugehörigen Variablen aus

den motivierenden Variablen ausschließen. Dann hätten wir eine Anzahl von Restvariablen, mit deren Hilfe wir, zusammen mit der Umwelt, ein Verhalten erklären könnten. Diese Variablen könnten wir als "motivierende Variable" auszeichnen. Damit hätten wir unser Ziel, einen allgemeinen Motivationsbegriff zu definieren, schon fast erreicht. Es müßte nur noch festgelegt werden, daß "Motivation" ein Sammelbegriff für alle motivierenden Variablen sein solle.

Nun gibt es keine solche Theorie, und deshalb auch keine entsprechend klare Definition des Motivationsbegriffes. Das hier Angedeutete kann aber, als "intrinsische Motivation", am kognitiven Modell durchgeführt werden, und würde dann einen Teilbereich motivierter Handlungen und motivierender Variablen aus einem zukünftigen Gesamtmodell beschreiben.

3. Der Begriff der intrinsischen Motivation im kognitiven Modell

In diesem Teil wird es nun natürlich etwas langsamer gehen müssen als in den vorherigen Andeutungen, weil über den Begriff der intrinsischen Motivation recht verschiedene Vorstellungen herumspuken. Vor allem hat dieser Begriff eine deutliche Entwicklung hinter sich, von seinem anfänglichen Auftreten in psychologischen Theorien, wie sie ganz zu Anfang skizziert wurden, bis zu seiner Verwendung in pädagogischen Zusammenhängen; eine Entwicklung, die man überschreiben könnte: Vom Erklärungs-begriff zum Hoffnungs-begriff.

Betrachten wir einige Zitate:

(Es ist dabei zu beachten, daß pädagogisch orientierte Autoren, im Gegensatz zur klassischen "drive"-Theorie, den Begriff der "primären" Motivation mit dem der "intrinsischen" synonym verwenden)

"Ich betrachte es als notwendig, 'Kompetenz' (verstanden als "die Fähigkeit eines Organismus, mit seiner Umgebung effektiv zu interagieren") "mit einem motivationalen Aspekt auszuzeichnen, und mein Hauptargument ist, daß die Motivation, die benötigt wird, 'Kompetenz' zu erreichen, nicht zur Gänze aus solchen Energie-Reservoirs hergeleitet werden kann, die man üblicherweise als 'drives' oder 'instincts' bezeichnet." (WHITE, 1959, S.297)

"Intrinsische Motivation hängt primär von den kollativen Eigenschaften der äußeren Umgebung ab." (BERLYNE, 1965, S. 253)

"Ich glaube, ich habe die Umriss eines Motivationsmechanismus entdeckt, der der Informationsverarbeitung und Aktion inhärent ist - das, was ich 'intrinsische Motivation' nenne...Ich glaube zwar immer noch, daß die 'drive-reduction'-Theorie einige Wahrheit enthält, und daß sie teilweise wahr ist für Situationen, die schmerz-hafte Inputs hervorbringen; aber der Hauptpunkt meiner Alternative, die teilweise durch die beigebrachten Be-

obachtungen nahegelegt wird, ist doch die Anerkennung einer intrinsischen Motivation, oder einer Motivation, die der Informationsinteraktion eines Organismus mit seiner Umwelt durch die Distanzrezeptoren und seinen intentionalen, zielgerichteten Handlungen inhärent ist." (HUNT, 1965, S. 196 f)

"Alle übrigen Variablen, die Leistungsmotivation (LM) und der sachbereichsbezogene Anreiz (As) sowie die Anregungsvariablen E, Ae und N "(Erreichbarkeitsgrad, Anreiz von Aufgaben, und Neuigkeitsgehalt) "sind unmittelbar sachbezogen (intrinsisch) " (HECKHAUSEN, 1969, S. 197)

"Bei intrinsischer Motivation liegt der Sinn der Handlung in der Handlung selbst. Aktivität wird aus der zu aktivierenden Funktion in Gang gesetzt (kognitive Dissonanz, gestörte Homöostase) und durch deren Vollzug eine gewisse Zeit aufrechterhalten. Intrinsische Motive bedeuten, daß ein Verhalten um seiner selbst willen in Gang gesetzt wird. Sie ermöglichen vollzugsbedingte Selbstbegräftigung. Intrinsische Motivation setzt Anpassungs- und Erwartungsstandards voraus. Personale Verursachung ist immer intrinsisch." (SCHIEFELE, 1974, S.164)

"Unter Motivation verstehen wir einen Zustand des Angetriebenseins, in welchem sich Motive manifestieren, die auf die Reduktion einer Bedürfnisspannung abzielen. Wir können nun primäre Motivationen von sekundären Motivationen unterscheiden. Primäre Motivation liegt dann vor, wenn Aktivität um ihrer selbst willen ausgeübt wird, und sekundäre Motivation haben wir dann, wenn Aktivität zur Erlangung eines anderen Zieles eingesetzt wird." (CORRELL, 1966, S. 130 f)

"Intrinsische, primäre, oder sachbezogene Motivation ist gegeben, wenn die zu lernende Sache, das zu erwerbende Verhalten selbst Beweggrund des Lernprozesses wird... Nur diese intrinsische (in dem Lernziel selbst gegebene) Motivation führt auf die Dauer zu Lerninteressen, die 'eine Fortführung der Anregungen des Unterrichts im

späteren Leben bewirken'... Extrinsische, sekundäre oder sachfremde Motivation liegt vor, wenn der Beweggrund des Lernens nicht im Lehrziel selbst, sondern außerhalb von ihm gesucht wird, etwa in der Anerkennung von Leistung oder in der Vermeidung von Strafe. Solche sachfremde Motivation bewirkt, daß Schüler an Fächern und am Lernen überhaupt die Lust verlieren und 'später von dem in der Schule Gelernten nichts mehr wissen wollen.' " (BRUNNHUBER, 1972, S.21)

"Intrinsisch motiviert sein heißt also, eine Tätigkeit ausführen aufgrund der in dieser Tätigkeit selber inhärenten Lust. Extrinsisch motiviert sein heißt, eine Tätigkeit ausführen aufgrund einer Lust, die in der Tätigkeit nicht inhärent ist, sondern nur mehr oder weniger willkürlich mit ihr verbunden. (MACHT, 1973, S.26)

"Wenn das Individuum eine intendierte Handlung in Gang setzt, erlebt es sich als die Ursache der Intention und des Verhaltens. Wir sprechen dann davon, daß das Individuum intrinsisch motiviert ist. Da es selbst Ursache ist, bezeichnen wir es als ORIGIN. Wenn Gegebenheiten außerhalb der Person sie zu Verhalten antreiben, erlebt sie sich als Objekt von Kräften in der Außenwelt. Wir sprechen dann davon, daß das Individuum extrinsisch motiviert ist. Da es von außen zu Handlungen getrieben wird, bezeichnen wir es als PAWN." (DeCHARIS, in EDELSTEIN, 1973, S. 61)

Abstrahiert man einmal von philosophischen und literarischen Wert der verschiedenen Aussagen, so wird man leicht feststellen können, daß vom ursprünglichen Begriff der intrinsischen Motivation, im Kontrast zur 'drive'-Theorie formuliert, im Lauf der Reihe nicht viel übrig bleibt, und daß stattdessen ein anderer Begriff in den Vordergrund rückt, der der "Sache selbst", und der Motivation "Um der Sache willen". Es läßt sich also (schon mit einem Seitenblick auf die eigene Theorie) feststellen, daß anfänglich das Problem einer eigenständigen Motivation kognitiver Prozesse im Vordergrund

stand, und daß in dem Maße, wie sich der Begriff der intrinsischen Motivation durchsetzen konnte, der Bezugspunkt immer mehr auf verschiedene Qualitäten dieser kognitiven Motivation verlagert wurde, bis hin zur Apotheose der Sachselbigen Motivation bei DeCharms.

Betrachten wir nun White, Hunt und Berlyne, so ist zu sehen, daß sie im Hinblick auf die Absetzung von der 'drive'-Theorie den Handlungsbereich der kognitiven Aktivität durch eigenständige Variablen erklären wollen (etwa die "Kollativität" Berlynes, oder Hunts "Inkongruenz"). Insoferne es nun darauf ankommt, bei der hier erstrebten Definition der intrinsischen Motivation nicht nur einen Begriff zu definieren, der empirisch sachhaltig ist, sondern auch einen Begriff, der sich zu anderen Definitionen relativ homogen verhält, also einen ähnlichen Umfang hat, kann man sehen, daß mit diesen Begriffen, die eine Erklärung menschlicher kognitiver Aktivität anstreben, gut gearbeitet werden kann. Was nämlich diese Autoren wollen, ist die Erklärung einer bestimmten Klasse motivierter Handlungen, und zwar solcher kognitiver Art; dies wollen sie erreichen, indem sie eine eigene Motivation einführen, die genau jene Variablen umfaßt, die zu dieser bestimmten Klasse motivierter Handlungen der kognitiven Aktivität gehören.

Diesem Vorgehen kann man sich aufgrund der gegebenen Theorie anschließen: auch hier wurde ja zunächst ein Bereich kognitiver Aktivität als Klasse motivierter Handlungen ausgegrenzt, der als Teilbereich des System- (oder Subjekt-) Verhaltens behandelt sein sollte. Deshalb kann angenommen werden, daß ein auf der gegebenen Theorie aufbauender Begriff der intrinsischen Motivation im Wesentlichen mit den Absichten Berlynes, Hunts oder Whites übereinstimmt, wenn er auch differenzierter und komplexer sein wird.

Ob nun ein solcher Begriff auch empirisch sachhaltig ist, das hängt davon ab, ob die gegebene Theorie, mit ihrer Voraussetzung der Abgrenzbarkeit kognitiver von anderen

Aktivitäten eines Subjekts, als sachhaltig angesehen werden kann. Dies kann aber, soweit zu sehen, nicht ohne weiteres, und a priori, gesagt werden; es hängt nämlich davon ab, ob sich die gebotene Theorie als brauchbar, und zwar sowohl für die Beschreibung bestimmter Verhaltensklassen, wie auch für die Vorhersage bestimmten Verhaltens erweisen läßt, ob man bei ihrer Verwendung dauern mit der Nase an die Grenzen stößt, und ob sie nur mit Zusatzannahmen zu retten ist, etc.

Da ja nun angenommen werden sollte, die gebotene Theorie sei korrekt und empirisch triftig, soll auch gesagt werden, daß die Abgrenzung kognitiver Aktivität sachhaltig, und damit ein darauf definierter Motivationsbegriff ebenfalls sachhaltig ist.

Wir werden uns also für die Definition der intrinsischen Motivation auf die gegebene Theorie beschränken, und können anfänglich sagen, daß intrinsische Motivation und intrinsisch motivierende Variable in der gegebenen Theorie und nur in dieser vorkommen; wir haben damit einen sachhaltigen Begriff in Aussicht, der mit dem Interesse von Berlyne, Hunt und White konform geht.

Damit ist natürlich nun noch nicht viel gesagt. Denn wenn wir nach dem Muster vorgehen wollten, das in Punkt IV,2 angedeutet wurde, so müßten wir nun die allermeisten kognitiven Handlungen als "motiviert" auszeichnen (da sicherlich nur die wenigsten, vielleicht gar keine, durch das Auftreten der "Umwelt"-Variablen allein, oder durch Transformationen dieser Variablen der Form $y = f(x)$ erklärt werden können, was im Modell bedeuten würde, daß in der Erklärung keine Variable vorkommen dürfte, die in der Lage ist, zu einem bestimmten Zeitpunkt t unabhängig von UMWELT zu variieren, was zB. die Variable REPERTOIRE bereits tut); damit müßten aber auch alle Variablen des Modells als "intrinsisch motivierende Variable ausgezeichnet werden, wenn man nicht rein willkürliche Festlegungen treffen will.

Das kann nun aber keinesfalls die Absicht sein, denn

man würde sich doch erheblich von der üblichen Verwendung des Begriffs der intrinsischen Motivation entfernen, wollte man, dieser weiten Fassung folgend, etwa sagen, daß die Leistung beim spiegelverkehrten Lesen (Exp.32), die ja mit Hilfe von TRANSFORMATION erklärt wurde, "intrinsisch motiviert" sei.

Denn sowohl die Klassiker der intrinsischen Motivation als auch ihre pädagogischen Nachfolger stellen eine spezifischere Frage als nur die nach der Motivation kognitiver Aktivität überhaupt. Denn in dem Maße, in dem die intrinsische Motivation zur Hoffnung fortschrittlicher Pädagogen wurde, haben sich auch die Ansprüche an diesen Begriff gewandelt: Das 'daß' einer kognitiven Motivation ist außer Frage gekommen, von Interesse ist nunmehr das 'wie'.

Uns diesem Fortschritt zunächst anpassend müssen wir nun noch etwas mehr tun, um zu der gewünschten Definition zu kommen, damit nicht der definierte Begriff allzu weit vom Schuß liegt. Sehen wir uns nochmals kurz die oben gebrachten Zitate an, so können wir bei Correll, Brunnhuber, Macht und auch Schiefele die charakteristische Wendung der "Sache selbst" entdecken, die die treibende Kraft einer intrinsisch oder primär motivierten Persönlichkeit ist. Enthalten ist darin die Begrenzung auf den kognitiven Bezugsrahmen; insoweit sind diese Äußerungen schon berücksichtigt. Was hinzukommt, ist eine bestimmte Qualität dieser Motivation, nämlich die Abhebung auf "sachimmanente" Motivationsvariablen. Sehen wir nun auf das Modell, und versuchen, die Differenz sachimmanenter und nicht sachimmanenter Variablen dort festzumachen, so müssen wir in diesem Punkt das Handtuch werfen: Im Modell gibt es keine Variable, und auch keine Kombination von Variablen, die eine "sachimmanente" im Gegensatz zu einer "sachexternen" Motivation modellieren ließe.

(Man könnte natürlich auf den Gedanken verfallen, gutwillig zu interpretieren, und diese Unterschiede in WERT oder MODELL SPEZIFIKATION suchen; für das letztere wird

im letzten Teil dieser Arbeit gezeigt werden, wie das aussehen könnte; in beiden Fällen müßten aber die Variablen intern aufgespalten werden in zwei Klassen, deren jede dem entsprechenden Begriff "sachintern" und "sachextern" zuzordnen wäre, denn auf den ersten Blick erlauben auch sie diese Unterscheidung nicht). Es sieht also ganz so aus, als ließe sich dieser Gesichtspunkt am Modell nicht als sachhaltig erweisen (denn eine Aufspaltung der Variablen WERT und MODELL SPEZIFIKATION wäre nicht aus der Erklärung von Sachverhalten begründet, sondern aus einer pädagogischen Setzung); daraus entsteht der Verdacht, es handle sich hier um eine rein normative Festsetzung, die eher aus philosophischen Überlegungen gewonnen ist, als aus empirisch-theoretischen. Das bedeutet nun zugleich, daß wir, bezogen auf die Empirie und die darauf ruhende Theorie, einfach nicht wissen, was die Bedeutung des Ausdrucks "um der Sache willen" sein soll; dieser Gesichtspunkt, so moralisch verdient er auch sein mag, hilft uns keinen Schritt weiter.

Was dagegen weiterhilft, sind die Aussagen zur Praxis, zu Verfahren des intrinsischen Motivierens, die die Autoren machen, die von der "sachimmanenten" Motivation sprechen: Hier haben wir ja, schwammig gesprochen, eine "Operationalisierung" des Ausdrucks "um der Sache willen" vor uns.

Nun ist die durchgehende Rezeptur der Erzeugung intrinsischer Motivation, in einem mäßigen Grade über das kognitive Anpassungsniveau der Schüler hinauszugehen; sie ist also aufgebaut auf dem Paradigma der Inkongruenz, das schon von Berlyne und Hunt favorisiert worden ist: Informationen, die zu gegebenen Informationen inkongruent sind, aber nicht zu sehr inkongruent, motivieren ein Subjekt zur Auflösung der Inkongruenz, also zum Lernen, zur kognitiven Aktivität.

Beispiele für solche Techniken sind etwa die von Berlyne (1960) beigebrachten Experimente von Suchman (Exp.123)

oder Zankov (Exp. 127) (BERLYNE, 1966, S.266,267). Typisch für diese Inkongruenzmotivierung sind auch die Vorschläge, Schüler dadurch intrinsisch zu motivieren, daß man ihnen Fragen stellt oder Probleme darlegt (dies die Operationalisierung Machts in seiner Untersuchung zur intrinsischen Motivation (MACHT, 1973,Kp. 37), und auch der Vorschlag Brunnhubers (BRUNNHUBER 1972, S.25 ff); oder dadurch diesen Effekt zu erzielen, daß man den Unterricht mit einer "Provokation" eröffnet (KUNERT, 1971) Den Niederschlag im Kopf des Praktikers findet diese Inkongruenzmotivierung schließlich folgendermaßen: "Der Ergänzungsunterricht hat als Zielleistung, sekundäre Motivationen in primäre überzuführen, so daß der Schüler um der Sache willen lernt. Einen sehr hohen primären Motivationseffekt hat das 'Entdecken', und sei es nur in der Form, daß der Lehrer abbricht: 'das aber könnt ihr selbst herausfinden' oder 'Ich weiß gar nicht, warum Du das nicht selbst herauskriegen kannst'. 'Versuche es noch einmal' ist besser als 'Wie konntest Du nur einen so dummen Fehler machen'. Nur muß im trial noch die Gefahr des error stecken." (BOHUSCH, 1971,S.105)

Die Inkongruenzmotivierung, wie sie hier kurz skizziert wurde, ist der Theorie von der sachimmanenten intrinsischen Motivation als Technik, als eine Art Operationalisierung, zugeordnet. Sie glaubt daran, daß sich durch mäßige Inkongruenz des Inputs intrinsische Motivation herstellen läßt.

Im Modell reformuliert:

Die Inkongruenzmotivierung glaubt an einen Affekt der Interaktion von ORDNUNG (dem "kognitiven Anpassungs-niveau") mit SIGNAL (dem "inkongruenten Input"). Aufbauend auf den Glauben an diesen Effekt bleuen praktisch orientierte Pädagogen den hilfesuchenden Lehrern und Studenten für den Lehrberuf die Provokation im Unterricht als den Rettungsanker zur Erzielung von Schüleraufmerksamkeit, staunend geöffneten Mündern und leuchtenden (natürlich von Entdeckerfreude leuchtenden) Augen ein.

Ein Blick auf das Modell zeigt ja nun, daß ein solcher Effekt aus der Interaktion von ORDNUNG und SIGNAL möglich ist; er zeigt aber auch, welche Hürden zu nehmen sind, ehe ein solcher Effekt durchschlagen kann: Über die Codierbarkeit des SIGNALS hängt der Effekt an MODELL SPEZIFIKATION; diese Variable spielt auch in ORDNUNG eine Rolle; zusätzlich kommt hier noch WERT ins Spiel. Das entsprechende MATCH wird beeinflusst von EFFIZIENZ, und ob das erforderliche Modell in MODELL VORBEREITUNG überhaupt freigegeben wird, hängt wiederum von diversen Variablen ab, unter anderem von WERT.

Im verhaltenspraktischen Klartext ausgedrückt:

Die Inkongruenzmotivierung muß in jedem Fall interessanter sein als der Blick aus dem Fenster oder das Ärgern des Nachbarn (MOD SPEZ, WERT). Auch außerschulische Probleme können den Kopf mit wichtigeren Dingen füllen (WERT); ist diese Hürde genommen, so kann es sein, daß das MODELL des Schülers gegen die Inkongruenz unempfindlich ist: er sieht eine Frage nicht als Problem, der Zusammenhang zum vom Lehrer unterstellten Problem ist nicht klar, oder die ORDNUNG seines Modells ist so gering, daß die Inkongruenz leicht verkraftet werden kann (das wird so manchem Religions- Sozialkunde- oder Deutschlehrer vielleicht bekannt sein aus dem nachlässigen "ja und?" der Schüler) (ORDNUNG, CODED) Schließlich spielt natürlich eine Rolle, daß der Schüler einen Weg zur Lösung sieht; und wehe, es ist gerade heiß, oder es lockt ein anderes Vergnügen (EFF, PHYS, WERT)

Wenn wir das nun nochmals ansehen, so haben wir schon bald alle Variablen genannt, die an SIGNAL anschließen, die als Störvariablen unsere mit viel Mühe und pädagogischem Elan aufgebaute Inkongruenzfalle zunichte machen können. Bedenken wir nun noch, daß für EFFIZIENZ auch die Variablen REGEL und REALISATION benötigt werden, so wird es sicher klar, daß der angestrebte Begriff der intrinsischen Motivation sachlich unsinnig wäre, wollte man sich auf das Inkongruenzparadigma und seinen Effekt

von SIGNAL mit ORDNUNG beschränken.

Was aber aus diesen Überlegungen ersehen werden kann, ist, daß zum Begriff der intrinsischen Motivation der Input-Identifikationsteil des Modells nicht benötigt wird: Wahrnehmungsleistungen werden nicht unter diesen Begriff gefaßt werden müssen. Dafür müssen wir fast alle Variablen erfassen, die zum Verarbeitungsteil gehören. Nun kann man, zurückgerinnernd an den Begriff der "motivierten Handlung" aus Teil IV,2 (er sei synonym mit dem Begriff "motiviertes Verhalten"), versuchen, bestimmte Variablen als Variablen des "motivierten Verhaltens" auszuzeichnen. Dafür eignen sich am ehesten die Variablen, die man als Outputs des Systems ansehen kann, die also einen gewissen Abschluß der Systemverarbeitungen bedeuten (Diese Abgrenzung ist deshalb schwierig zu treffen, weil das Partizip der Umgangssprache im Ausdruck "motivierte Handlung" nicht beschreibt, was im Modell der Fall ist: daß nämlich die Output-Variablen selbst wieder Einflußgrößen im Modell darstellen). Es dürfte nun nicht allzuviel Willkür darin stecken, folgende Variablen als Variablen motivierten Verhaltens auszuzeichnen: $MATCH_{RES}$, $MATCH_3$, $MATCH_{ACT}$ und $MATCH_{MOD\ SPEZ}$. (Es tut nichts zur Sache, daß nur $MATCH_{ACT}$ eine beobachtbare Variable ist, da es sich im Modell ja um eine Theorie handelt, und eine Unterscheidung in beobachtbare und nicht beobachtbare Variablen unsinnig wäre) Es soll also vereinbart werden:

DF: INTRINSISCH MOTIVIERTES VERHALTEN sei ein solches Verhalten, das durch die Variablen $MATCH_{RES}$, $MATCH_3$, $MATCH_{ACT}$ oder $MATCH_{MOD\ SPEZ}$ beschrieben wird.

Nun können wir, über eine Hilfsdefinition, leicht zum Begriff des intrinsisch motivierenden Variablen kommen. Diese Hilfsdefinition soll es ermöglichen, Einwirkungen auf eine Variable als unmittelbar oder mittelbar auszuzeichnen. Wir wollen sagen können, daß auf das Auftreten motivierten Verhaltens etwa die Variable MOD SPEZ einen

mittelbaren (nämlich über ORDNUNG), die Variable EFFIZIENZ dagegen einen unmittelbaren Einfluß ausübt. Es sei daher vereinbart:

DF: Eine Variable X NIMMT UNMITTELBAR EINFLUSS auf eine Variable Y genau dann, wenn X zu den Eingangsvariablen des Blockes gehört, dessen Ausgang die Variable Y ist. (Für explizite Blöcke).
Eine Variable X NIMMT MITTELBAR EINFLUSS auf eine Variable Y, wenn sie unmittelbar oder mittelbar auf eine Variable Z Einfluß nimmt, die auf Y unmittelbar Einfluß nimmt.

Nach dieser Hilfsdefinition können wir nun zur Motivation zurückkehren. Eingedenk der Beschränkung, nach der von "Motivation" nicht gesprochen werden soll, wenn Verhalten durch das Auftreten der UMWELTvariablen allein erklärt werden kann, schließen wir SIGNAL als Umweltrepräsentanz des Verarbeitungsmodells aus den motivierenden Variablen aus; ebenso fällt der ganze Input-Identifikationsteil weg, weil er für den Begriff der intrinsischen Motivation nicht von Interesse ist (wir bekämen sonst einen gegenüber dem üblichen Sprachgebrauch viel zu weiten Begriff).

Danach ist folgende Definition möglich:

DF: INTRINSISCH MOTIVIERENDE VARIABLE sind alle Variablen des kognitiven Modells, die auf die Variablen des motivierten Verhaltens unmittelbar oder mittelbar Einfluß nehmen, mit Ausnahme der Variablen SIGNAL und aller der Variablen, die zum Input-Identifikationsmodell gehören.

Damit können wir nun auch definieren, was man, ausgedrückt in einer empirisch triftigen Theorie der kognitiven Aktivität des Menschen, unter dem Begriff der intrinsischen Motivation zu verstehen hat:

DF: INTRINSISCHE MOTIVATION sei der Einfluß intrinsisch motivierender Variablen auf die Variablen des motivierten Verhaltens.

4. Reflexion auf den Motivationsbegriff

4.1 Von der Enttäuschung durch eine Definition

In der im letzten Teil angebotenen endgültigen Definition der intrinsischen Motivation hat sich nun restlos alles verflüchtigt, was an einer griffigen, brauchbaren Definition interessiert. Sie ist vollständig formal, und in ihrer Bedeutung allein an das gebunden, was die Theorie aussagt. Sie legt keine Weiterungen nahe, ermöglicht keine Spekulationen, eignet sich nicht zur Ausfaltung - Dinge, die von Definitionen in der Pädagogik normalerweise erwartet werden, welche einen Gegenstand zu erfassen suchen.

Daß dieses Resultat sich jedoch mit Notwendigkeit ergibt, will man einen exakten Begriff der intrinsischen Motivation gewinnen, soll nun aufgezeigt werden, indem der Weg nachgezeichnet wird, der zu einem solchen Resultat führt, will man sich nicht mit alltäglichen Plausibilitäten zufrieden geben.

Gehen wir zunächst aus vom umgangssprachlichen Verständnis der Begriffe "Motiv" und "Beweggrund einer Handlung".

"Motiv": das ist geläufig aus Kriminalromanen: Eine Tat ist geschehen, und nun wird ein Täter gesucht: er muß einen Grund gehabt haben, diese Handlung zu begehen; ohne Grund, ohne Motiv, käme er als Täter nicht in Frage. Hat man eine Person mit Motiv gefunden, kann sie zum Kreis der Verdächtigen gezählt werden - dann, und nur dann.

"Beweggrund einer Handlung": das schreiben wir jeder Handlung zu, die uns erklärungsbedürftig scheint. Wenn wir verstehen wollen, wieso eine Person sich in einer Situation so und so verhalten hat, suchen wir nach einem Beweggrund, und haben wir ihn gefunden, so haben wir zugleich auch diese Handlung verstanden.

Wir wollen nun vereinbaren, daß beide Begriffe synonym verwendet werden sollen für die Erklärung einer Handlung; das erleichtert uns die Einbeziehung der englischspra-

chigen Diskussion um diese Begriffe.

Alltägliche Erklärungen einer Handlung kommen zu Tausenden vor. Wenn uns das Verhalten eines Menschen erklärungsbedürftig scheint, suchen wir ein Motiv, beziehen uns damit also auf einen inneren Zustand dieses Menschen. Etwa: Wir begegnen einem Bekannten in der Stadt, aber er grüßt uns nicht. Wir entschuldigen ihn mit dem Gedanken: Er hat wohl an etwas anderes gedacht; oder wir erklären sein Verhalten mit der Aussage: er ist eben hochnäsigt. Oder: ein alter Bekannter gratuliert uns nicht zum Geburtstag. Je nachdem, welche Vorfälle in der Vergangenheit zur Erklärung herangezogen werden, kommen wir zu verschiedenen Schlüssen: er hat es nur vergessen; er legt offenbar keinen Wert mehr auf die Bekanntschaft, etc.

Versuchen wir nun, für solche und ähnliche Erklärungen von Verhaltensweisen nach Charakteristiken zu suchen, so kann man erkennen, daß sie im Wesentlichen durch folgende Eigenschaften ausgezeichnet sind:

Zuschreibungen von Motiven zur Erklärung einer Handlung treten nicht mit dem Charakter der Notwendigkeit auf. So gibt es sicher viele Menschen, die ein Motiv hätten, jemanden zu töten, aber nur wenige begehen diese Tat auch wirklich. Ebenso läßt, wenn man die Tatsache, daß jemand fast immer zu spät kommt, durch seine Schußligkeit erklärt, dies doch die Möglichkeit offen, daß er ab und zu zur rechten Zeit erscheint. Es wäre verfehlt, von den alltäglichen Verhaltensklärungen zu erwarten, daß sie korrekte Erklärungen oder Vorhersagen liefern. Eine weitere wichtige Charakteristik ist, daß Verhaltensklärungen aus Motiven im alltäglichen Gebrauch nicht die Rolle spielen, eine Anzahl von Verhaltensweisen hypothetisch zu erklären, um daraus für die Zukunft bessere Schlüsse ziehen zu können. Ihre Absicht ist eine ganz andere als die der wissenschaftlichen Erklärung; sie dienen nur dazu, ein Verhalten zu verstehen, und mit dem Verstehen ist der Absicht Genüge getan.

" I understand the son's rationale for killing the father who disinherits him. I can admit his provocation without benefit of studies of the actions of his age, sex, or social group or an elaborate plumbing of his past, simply because I understand that sort of situation to be provoking." (LOUCH 1966, S.52; daraus auch die Grundzüge der vorgehenden Analyse) Habe ich nun eine solche Erklärung der Handlungsweise des Sohnes abgegeben, so ist es eine Frage der Plausibilität, ob meine Erklärung von Personen, die die Situation ebenfalls kennen, akzeptiert wird; eine weitere oder andere Überprüfung braucht nicht stattzufinden.

Daraus ist leicht das Folgende zu ersehen: die alltags-sprachlichen Verhaltenserkklärungen haben (und das ist fast trivial) vor allem den Zweck, das Umgehen mit anderen Menschen in einer einigermaßen sinnvollen "Theorie" zu strukturieren. Demgemäß genügt als Korrektheitskriterium dieser Theorien, daß sie eine einigermaßen gute geistige Ordnung ermöglichen, also eine gewisse Plausibilität haben, unseren bisherigen Vorstellungen nicht allzusehr widersprechen, möglichst wenige Irrtümer enthalten oder hervorrufen, usw. Die Modelle, die auf diese Weise zustandekommen, sind, ihrer Präzision entsprechend, für den Alltagsgebrauch in den meisten Fällen geeignet; sie führen aber nicht selten zur Konstruktion von Vexierbildern, die einen in die Irre führen. (Schon so mancher Jugendliche, der verliebt ist, hat durch kühne Hypothesen die Abneigung der geliebten Person in Zuneigung verwandelt, und eine Enttäuschung, oder der Gedanke: das hättest du gleich sehen können, ist die Folge, wenn sich das Verhältnis zu seinen Ungunsten aufklärt.) Nun liegt es im Interesse einer wissenschaftlichen Erklärung aber nicht, diese alltagssprachlichen "Einigermaßen"-Erklärungen um weitere "Kann-schon-sein"- oder "Nicht-allzusehr"-Erklärungen zu bereichern; vielmehr scheint es mir ein legitimes Interesse zu sein, mehr und

Genaueres wissen zu wollen über die Gründe des menschlichen Verhaltens, und dazu bedarf es natürlich, um die Konstruktion von Verhexungen zu vermeiden, kontrollierter Verfahren, die es gestatten, zugleich mit der Erklärung auch einzuschätzen, in welchem Maße sie zutreffend ist, auf welche Sachverhalte sie sich bezieht, welches ihre Randbedingungen sind, etc. Dabei wird es sich nicht vermeiden lassen, daß man sich von Alltagserklärungen löst und neue Wege der Theoriebildung beschreitet, um die tatsächliche Überprüfbarkeit der Resultate dieser Theoriebildung zu gewährleisten. Es ist keine Frage, daß sich solche Resultate oft nur auf Kosten der Plausibilität und unmittelbaren Einsichtigkeit gewinnen lassen werden (und nur die Resultate einer solchen Arbeit werden darüber entscheiden können, ob diejenigen, die an der Verwendung der Alltagssprache mit ihren mentalistischen Begriffen in der Erklärung menschlichen Verhaltens festhalten wollen, der Sozialwissenschaft damit einen Dienst erweisen oder nicht (vgl. TAYLOR 1964, WINCH 1966, MELDEN 1961, HABERMAS 1970 und die Gegenposition bei WESTMEYER 1973)). Einige Lichter auf diesem Weg, soweit er die Motivationsforschung betrifft, mögen zeigen, warum die hier vorgestellte Theorie gegenüber unseren alltäglichen Vorstellungen so abstrakt ausfallen mußte.

4.2 Das Erklären durch Motive

4.2.1 Die Erklärung durch Zuschreibung von Eigenschaften

Der Weg der Psychologie von der Alltagsbeschreibung hin zu kontrolliertem Wissen besteht zunächst im Versuch, Alltagserklärungen zu systematisieren. Von vielen verschiedenen Motiven, wie sie in den gängigen Erklärungen vorkommen, möchte man zu möglichst wenigen, am besten zu nur einem oder zweien gelangen, als deren Derivate sich die anderen, konkreteren Motive deuten lassen; so etwa

Freuds Libido, oder auch die wenigen Triebe Hulls. Diese Grundmotive dienen im Schema der Verhaltenserklärung als die Brücke zwischen einer bestimmten Situation und dem Verhalten eines Subjekts, indem sie die inneren Bedingungen angeben wollen, die zusammen mit der Umweltsituation zu diesem Verhalten führen. So etwa erklärt Freud in seiner Psychopathologie des Alltagslebens die oft vorkommende Situation, daß man auf der Straße jemandem ausweichen will, und der andere weicht immer in dieselbe Richtung aus, bis es schließlich zum (mindestens Beinahe-)Zusammenstoß kommt, mit Hilfe des Vorhandenseins von Libido, indem er sagt, man verfolge hier oft "sexuelle Absichten unter der Maske der Ungeschicklichkeit" (FREUD 1964, S. 50). Ein anderes Beispiel stammt von Heckhausen: Einem Feuerwehrmann, der beim Löschen von Bränden der eifrigste ist, und sich doch hinterher als Brandstifter herausstellt, schreiben wir "pyromane Neigungen" zu; wir erklären sein Verhalten mit Hilfe der Eigenschaft, Pyromane zu sein. Wenn unsere Triebliste einen Neugier- oder Spieltrieb enthält, erklären wir damit Explorationsverhalten; und ein Macht-trieb erlaubt uns die Erklärung intriganten Verhaltens.

Diese Erklärungen haben nun den Anschein, als erklärten sie ein Verhalten mit Hilfe einer Eigenschaft der Subjekte; dieser Anschein verleitete Heckhausen dazu, einen Einwand zu formulieren: erkläre ich ein Verhalten dadurch, daß ich dem Subjekt eine Eigenschaft zuschreibe, die dieses Verhalten erklären soll, so habe ich nichts anderes getan, als eben dieses Verhalten benannt. Ich sage etwa: seine Neugier resultiert aus seinem Erkundungstrieb. Damit habe ich, wenn ich den Erkundungstrieb als Eigenschaft auffasse, nichts wesentlich anderes getan, als dem Kind einen neuen Namen gegeben. Genau so gut wäre die Formulierung: Seine Neugier resultiert aus seiner Neugier. Insofern, so behauptet Heckhausen, haben Verhaltenserklärungen mit Hilfe der Zuschreibung

von Eigenschaften den Charakter der Zirkularität. (HECKHAUSEN 1974, S.136)

4.2.2 Erklären durch Zuschreibung einer Disposition

Die Klarheit des obigen Arguments, Verhaltensklärung durch Zuschreibung einer Eigenschaft sei zirkulär, beruht auf einer Ersetzungsprobe: Der Satz: "Seine Neugier resultiert aus seinem Erkundungstrieb" ist bedeutungsgleich mit dem Satz: "Seine Neugier resultiert aus seiner Neugier."

Dies ist jedoch nicht die übliche Struktur umgangssprachlicher Verhaltensklärungen. Setze ich etwa den Satz: "Seine Intrige kann ich mir nur so erklären, daß er einen ungeheuren Machttrieb hat, und mit Hilfe der Intrige nach oben kommen will" so sind die Begriffe "Intrige" und "Machttrieb" durchaus zwei verschiedene Dinge, und eine Ersetzung von "Intrige" durch "Machttrieb" oder umgekehrt ist nicht möglich: Man erklärt durch den allgemeineren Begriff "Machttrieb" ein spezielles Verhalten "Intrige"; und ebenso ist es, bei genauer Betrachtung, auch mit der Neugier: auch hier wird ein einzelnes Verhalten durch einen allgemeineren Begriff erklärt. Und schon lange ehe Heckhausen seine zweifelhafte Zirkularitätsthese aufstellte, hatte Gilbert Ryle zum Problem der umgangssprachlichen Verhaltensklärung eine sehr viel genauere Einsicht: Der Eindruck der Zirkularität kommt dadurch zustande, daß wir uns von der Grammatik der Sprache blenden lassen: "neugierig" und "pyroman" sehen wie Begriffe aus, die Eigenschaften beschreiben, und die sich scheinbar von Begriffen wie "gelb" oder "schwarzhaarig" nicht unterscheiden. In Wahrheit beschreiben diese Begriffe aber gar keine Eigenschaften, sondern Dispositionen, und drücken damit aus, daß, wenn die und die Umstände eintreten werden, eine solche und solche Disposition zu einem so oder so gearteten Verhalten führen wird (vgl. RYLE 1969). Ein Standardbeispiel für Dispositionsbegriffe oder dispositionelle

"Eigenschaften" ist die Zerbrechlichkeit des Glases: Ihm diese Disposition zuzuschreiben, gibt eine nicht-zirkuläre Erklärung: "Da Glas zerbrechlich ist, und es von einem Stein getroffen wurde, zerbrach es." Nun ist z.B. auch "pyroman" ein solcher Dispositionsbegriff: Nicht nur, daß der Feuerwehrmann infolge seiner pyromanen Neigung Feuer gelegt hat; wir sind mit dieser Erklärung vor allem in der Lage zu sagen, daß er, wenn geeignete Umstände eintreten, er wieder Feuer legen wird. Und damit kommen wir (was Heckhausen übersehen hat) schon in die Nähe solcher Erklärungsarten, die sich außer den Situationsbedingungen zur Erklärung eines Verhaltens allgemeiner Sätze, oder gesetzesartiger Aussagen bedienen, aus denen das Konkrete sich ableiten läßt. Nun sieht man es Dispositionsbegriffen oft nicht an, daß sie solche sind. Oft kann aber schon eine Sprachprobe Aufschluß geben, wie etwa die folgenden:

" 'Die Scheibe zerbrach ausgerechnet in dem Augenblick, da jemand hinter ihr stand'. Sinnlos wäre dagegen: 'Die Scheibe war ausgerechnet in dem Augenblick zerbrechlich, als jemand hinter ihr stand'. Weitere Proben: 'Hans raucht alle zehn Minuten' - 'Hans ist alle zehn Minuten Raucher'; 'Hans ist gerade damit beschäftigt, sein Fahrrad zu flicken' - 'Hans ist gerade damit beschäftigt, sein Fahrrad zu besitzen' "(SAVIGNY 1974, S.104)

Nun kann man Dispositionsprädikate auch genauer von anderen Prädikaten unterscheiden als durch Aufzählung von Beispielen. Nach einer verdienstvollen Analyse von **von Savigny** haben Dispositionsprädikate folgende Eigenschaften:

a) Sie können durch Wenn-Dann-Sätze erläutert werden. Diese Sätze heißen Manifestationsgesetze. Wenn wir etwa jemandem die Disposition der Eifersucht zuschreiben, so können dies Sätze des Typs sein:

Wenn jemand eifersüchtig ist, geht er jeden Morgen als erster zum Briefkasten und kontrolliert die Post.

Wenn jemand eifersüchtig ist, betrachtet er den Partner argwöhnisch.

Wenn jemand eifersüchtig ist, horcht er den Partner über den Tagesablauf aus.

Wenn jemand eifersüchtig ist, engagiert er einen Privatdetektiv

Wenn jemand eifersüchtig ist, leidet er unter erhöhter Magensekretion.

usw.

b) Dispositionsprädikate kann man sprachlich nicht anders erläutern als durch die Angabe solcher Manifestationsgesetze. Das fällt mit der bekannten Tatsache zusammen, daß sie nicht definierbar sind, auf welchen Punkt wir noch zurückkommen müssen.

c) Dispositionsprädikate kann man durch die Manifestationsgesetze nicht vollständig erläutern.

In unsrem Beispiel gäbe es noch eine Reihe von Möglichkeiten, in denen sich diese Disposition der Eifersucht äußern könnte, ohne daß es möglich wäre zu sagen: Diese und nur diese Manifestationen sind Manifestationen der Eifersucht. (vgl. SAVIGNY 1974, S. 265f.; über den dort aufgeführten vierten Punkt später)

Wenn wir nun Verhalten mit Hilfe von Dispositionsbegriffen erklären, dann bedienen wir uns eines Verfahrens, das es erlaubt, aus der Zuschreibung einer Disposition Voraussagen darüber zu machen, was mit einem Individuum geschieht, wenn die und die Umstände eintreten. Wir können etwa voraussagen, daß A, der eifersüchtig ist, und an dem wir bereits (als eine Manifestation) hohen Blutdruck festgestellt haben, wenn er im Briefkasten einen verdächtigen Brief findet, einen Wutanfall erleidet. Diese Behauptung wird aus der Zuschreibung der Disposition abgeleitet; insoferne ähnelt die Disposition einem Gesetz, nur mit zwei Unterschieden:

Sie gilt nur für dieses Individuum und:

Sie gilt nicht nur für die hier bestimmte Antecedens-

bedingung, daß A einen Brief findet, sondern auch noch für eine Reihe weiterer Bedingungen, etwa die, daß er seine Frau mit einem anderen Mann untergehakt gehen sieht, oder daß er sie in der Stadt antrifft, obwohl sie gesagt hatte, sie würde zu hause bleiben.

Insoferne scheinen Erklärungen durch Dispositionen nicht weit von korrekten wissenschaftlichen Erklärungen entfernt zu sein, zumal ja der zweite Unterschied ebenso wie der erste (das hat STEGMÜLLER, 1974, Bd.I, Teil I, S. 120 ff gezeigt) nicht von der Art sind, daß sich dispositionelle Erklärungen nicht in das Schema von Hempel und Oppenheim einordnen ließen. Insoferne hat die Zirkularitätsthese von Heckhausen am Ziel vorbeigeschossen, wenn man die üblichen Verhaltenserklärungen durch Triebe, Motive, Leidenschaften als dispositionelle Erklärungen auffaßt. (Im übrigen ist ja auch seine eigene Theorie der Leistungsmotivation, die er gerne als den "gegenwärtigen Stand der Motivationsforschung" (HECKHAUSEN 1974, S.141) gesehen haben möchte, nichts anderes als eine solche dispositionelle Erklärung, mag er sie auch mit dem schönen Begriff des "hypothetischen Konstrukts" schmücken).

Die Probleme mit dispositioneller Erklärung liegen also nicht in der Frage, ob eine solche erklärt oder nicht, ob sie nur dem Kind einen anderen Namen gibt, oder nicht. Die Probleme liegen darin, unter welchen Bedingungen nun denn von einem Gegenstand gesagt werden kann, er habe die und die Disposition. Das Resultat dieser Frage vorwegnehmend, ist daher der nächste Abschnitt überschrieben:

4.2.3 Die Notwendigkeit theoretischer Begriffe

Dispositionswörter gehören der Umgangssprache an, und ihre Verwendung ist dementsprechend mit den Unschärfen behaftet, die viele Begriffe der Umgangssprache auszeichnen. Insbesondere sind sie, wie wir gesehen haben, nur durch die Angabe ihrer Manifestationsgesetze charakteri-

sierbar, und das hat einige Wissenschaftstheoretiker dazu bewogen, ihre Bedeutung exakt einführen zu wollen mit Hilfe von operationalen oder bedingten Definitionen. Wie man weiß, sind aber diese Versuche zum Scheitern verurteilt, weil beide Verfahren jeweils bestimmte Mängel aufweisen, die sie für Definitionszwecke unbrauchbar erscheinen lassen (STEGMÜLLER Bd.II, Teil B, 1970, S.213 ff) Das bedeutet ein großes Handicap für ein präzises Vorgehen in der Verhaltensklärung, weil man an den wesentlichen Punkten auf Begriffe zurückgreifen muß, die nur ungefähr erläuterbar sind.

Betrachten wir nochmals das Eifersuchtsbeispiel: Der Begriff der Eifersucht ist uns geläufig, der Umgang mit ihm macht uns im Normalfall kein Problem. Wollen wir diesen Begriff nun aber in einer exakteren Weise anwenden, etwa ihn für eine Theorie benützen, Eifersucht messen, etc., so kommen wir bald in Schwierigkeiten: Wir haben eine Charakteristik des Begriffs in einer Reihe von Manifestationsgesetzen, die wir, je nach unserer Phantasie, fast beliebig erweitern können. Darunter werden solche sein, die für sich gesehen auch zu anderen Dispositionen gehören können (wenn einer jeden Morgen die Post kontrolliert, kann er auch auf einen Scheck warten); darunter werden auch solche sein, von denen wir nicht sagen würden, daß sie einer zeigen muß, der diese Disposition aufweist (er braucht die Post nicht zu kontrollieren, weil er nicht annimmt, daß seine Frau so dumm wäre, sich Verehrerpost ins Haus zu bestellen). Es wird sogar so sein können, daß verschiedene Leute mit der gleichen Disposition, etwa der Eifersucht, gar kein gemeinsames Verhalten aufweisen müssen, obwohl sie alle die gleiche Disposition haben: Der eine ruft häufig zur Kontrolle zuhause an und sieht morgens nach der Post. Der andere engagiert eine Detektivagentur, und leidet unter einer Magengeschwür, etc. Beide verhalten sich ganz verschieden, obwohl sie eifersüchtig sind, und es ist nicht gesagt, daß sie wenigstens ein gleiches Verhalten zeigen müssen,

damit man ihnen die Disposition der Eifersucht zuschreiben kann. Dispositionsbegriffe haben nicht immer ein Manifestationsgesetz, das zugleich notwendige und hinreichende Bedingung für die Zuschreibung der Disposition ist; sie haben vermutlich sogar in den meisten Fällen keins. Von der Feststellung eines Verhaltens zur Zuschreibung einer Disposition führt also ein komplizierter Weg, der eine vierte Eigenschaft der Dispositionsbegriffe ausmacht: Ihre Anwendung auf Sachverhalte bezieht sich in der Regel schon auf eine bestimmte Theorie:

"Wo es - wie gewöhnlich - für ein Dispositionswort mehrere Manifestationsgesetze als sprachliche Erläuterungen gibt; haben sie zusammengenommen gewöhnlich sachlich-inhaltliche Folgerungen, die nicht als rein sprachliche Erläuterungen anzusehen sind... So ist es für magnetische Gegenstände charakteristisch, daß, wenn man sie durch einen geschlossenen Leiter bewegt, Strom durch diesen Leiter fließt; und falls ein Gegenstand kleinere Eisengegenstände, die sich in seiner Nähe befinden, anzieht, so bezeichnet man ihn als magnetisch. Werden diese beiden Erläuterungen für das Dispositionswort 'magnetisch' akzeptiert, dann ist man damit auf die Behauptung festgelegt, daß alle Gegenstände, welche kleine Eisenstücke, die sich in ihrer Nähe befinden, anziehen, in geschlossenen Leitern, durch die sie hindurchbewegt werden, Strom induzieren. Das ist eine physikalische Behauptung, die wahr oder falsch sein kann; ob sie wahr oder ob sie falsch ist, kann man nicht aufgrund sprachlicher Kompetenz bezüglich des Wortes 'magnetisch' feststellen. Zwei solche Erklärungssätze gehen zusammengenommen über reine Sprachkonvention hinaus. Wer beide akzeptiert, legt sich auf inhaltliche Überzeugungen fest; oder: was er unter dem Dispositionswort versteht, hängt unter anderem davon ab, was für inhaltliche Überzeugungen er hat." (SAVIGNY 1974, S.266 f)

Die Verhaltenserklärung mit Hilfe von Dispositionsbegriffen stellt uns also zusammengekommen vor drei Probleme:

- a) Wir wissen nicht genau genug, was sie bedeuten sollen (wir können sie nicht genau genug definieren)
- b) Wir wissen nicht genau genug, wann sie einer Beobachtung zugeschrieben werden dürfen und wann nicht (wir können sie nicht genau genug auf Beobachtungen anwenden)
- c) Wir legen uns mit ihrer Verwendung oft auf inhaltliche Überzeugungen fest, die unserer Erforschung vorgängig sind (wir können sie nicht genau genug kontrollieren)

Diese drei Mängel treten nun immer zusammen auf, sobald wir solche Begriffe für die Erklärung verwenden, und die Tragweite der Fehler, die sich so einschleichen mögen, ist nicht von vorneherein als gering einzuschätzen.

Ein Schritt zur Lösung (besser: Vermeidung) dieser Probleme bietet der Übergang zu theoretischen Begriffen im Sinne Stegmüllers, dessen Vorschlag ich hier in aller Kürze anreiße, und der die Leitidee dieser Arbeit war:

Man kann verschiedene Sachverhalte beobachten, und diese Beobachtungen mit geeigneten Begriffen beschreiben, die keine Dispositionsbegriffe sind. Die verwendeten Begriffe kann man definieren, und so regeln, wann sie anzuwenden sind und wann nicht. Man erhält dadurch eine "Beobachtungssprache", die die Sachverhalte beschreibt, über die man reden will.

In einem zweiten Schritt, logisch unabhängig vom ersten, kann man nun eine Sprache festlegen, in der syntaktische und semantische Dimension fest umrissen sind (dh. man kennt die Regeln des Kalküls, und die Definitionen der darin enthaltenen Begriffe); Die so konstruierte "theoretische Sprache" ist präzise, aber sie ist ein reines Produkt unseres Kopfes, und beschreibt nicht die Wirk-

lichkeit.

In einem dritten Schritt können wir nun diese beiden Sprachen einander zuordnen, indem wir für einige theoretische Begriffe sagen, was sie mit der Beobachtungssprache zu tun haben. Damit erhalten wir eine teilweise empirische Interpretation unseres theoretischen Kalküls. (Für die Ausführung dieser bloßen Erwähnungen verweise ich auf STEGMÜLLER Bd.II, Teil B und C, Kp. III-V, 1970)

Auf diese Weise kann man die Probleme, die mit Dispositionsbegriffen entstehen, umgehen; dafür handelt man sich jedoch zwei andere Nachteile ein:

Wir können nicht mehr sagen, daß das, was in der Theorie gesagt wird, auch wirklich der Fall sei. Wir können nur sagen: Die Theorie erlaubt es uns, diese und jene Vorwissenstände zu erklären, und bei Eintreten der und der Bedingungen das und jenes vorherzusagen. (Es hätte beispielsweise keinen Sinn, nach der Lektüre des kognitiven Modells nun das menschliche Gehirn nach der EFFIZIENZ-ABSCHÄTZUNG abzusuchen; daß dieser Begriff auftaucht, hat nur den Sinn, bestimmte Beobachtungen erklärbar zu machen. In diesem Sinne ist das Modell eben nur ein Simulationsmodell, eine Theorie.)

Der andere Nachteil ist, daß die so eingeführten theoretischen Begriffe nahezu alles von der Brillanz, Verständlichkeit, und dem "Wissen, worum es geht" eingebüßt haben, die unsere umgangssprachliche Verhaltensklärung auszeichnen. Sie legen nicht viel nahe, man hat bei ihnen selten das Gefühl, es gehe einem jetzt ein Licht auf, und man könne selbst weiterfahren. Das mag der Grund dafür sein, daß der Begriff der intrinsischen Motivation im Rahmen der kognitiven Theorie einen so schwächtigen Eindruck hinterlassen hat.

Nun ist das kognitive Modell nicht gerade eine befriedigende Durchführung des Stegmüllerschen Programms. Aber der nächste Teil wird zeigen, daß das Bemühen um Präzision sich in der Rekonstruktion anderer Theorien und ihrer Beurteilung vielleicht doch auszahlt.

5. Vom Nutzen des Modells

Sozialwissenschaftliche Ansätze, zumal solche der Psychologie und der Pädagogik, geraten leicht, auch noch ausgebrütet und erwachsen, in die Tretmühle der Praxis, und werden dort auch aufgerieben. Allzuleicht werden die Theoretiker von den Praktikern ins Gebet genommen und nach der Anwendung ihrer Erforschungen befragt und wo ein Physiker mit dem Hinweis, er sei theoretischer oder Experimentalphysiker, aus dem Schneider ist, da bescheiden sich Pädagogen noch lange nicht mit dem Hinweis, man sei Theoretiker, und kein Sozialingenieur.

Der Ehrlichkeit halber muß nämlich gesagt werden, daß das kognitive Modell in der gegebenen Form zu praktischen Problemen, wie etwa der Motivierung von Schülern, der Aufbereitung von Problemfeldern, der Anregung zum "Lernen an der Sache" nichts zu sagen hat. Ohne eine weitergehende Aufhellung der Variablen, und ohne eine Anwendung der spezifizierten Theorie auf genau umschriebene Fälle, auf die die Theorie bezogen werden kann, wäre es glatter Humbug, zur Praxis sprechen zu wollen: Denn was dafür vonnöten ist, sind nicht "cross - co" Regeln des Verhaltens. Deren gibt es genug, und die Rufe "Schafft Inkongruenzen!" oder "Wählt mittlere Schwierigkeiten" sind schon lange genug in der pädagogischen Praxis vorhanden, um dort auch ihre Würdigung erfahren zu haben. Worum es aber in der Folge einer Theorie wie des kognitiven Modells gehen muß, ist, die Kenntnis der vielfältigen Bedingungen menschlicher Informationsverarbeitung nun zu beziehen auf die vielfältigen Bedingungsfaktoren, die etwa die Schulsituation strukturieren. Ohne Umschweife Kniffe und Tips abgeben zu wollen wäre mit Sicherheit auf anderen Theorien und Vorstellungen aufgebaut als auf dem kognitiven Modell, und daher Augenauswischerei.

Was die Theorie im gegenwärtigen Stand allerdings leisten kann, ist, andere Theorien zu befragen, und sie auf ihre Brauchbarkeit und Korrektheit zu untersuchen, um vielleicht aus ihnen noch weiteres zu lernen, was die Entwicklung des kognitiven Modells vorwärts bringen könnte (oder vielleicht auch nur die Art, wie über andere Theorien geredet wird, und wie über sie diskutiert werden könnte).

5.1 "Intrinsisc motivation revisited":

John McV. Hunt

Hunt ist, historisch gesehen, der eigentliche Vater der intrinsischen Motivation insoferne, als er diesen Begriff lanciert hat; in einer zweiten Hinsicht auch deshalb, weil er in seinem entscheidenden Aufsatze (HUNT 1965) gegenüber dem traditionellen SR-Modell, das auch Berlyne, wie noch zu zeigen sein wird, favorisiert, das TOTE - Modell von Miller et al. (MILLER, GALANTER & PRIEBRAM 1960) benutzt. Der Fortschritt liegt, nach seinen eigenen Worten, im Übergang vom "telephone-switchboard"-Modell der Reizverarbeitung zu Modellen der Informationsverarbeitung, die ihren Glanz erhalten "by the analogy between computer processes and human thought" (HUNT 1965, S.204 f) - ein Analogieargument, das schon Miller et al. (1960, S.41 f) mit Genuß gegen die Reflextheorie ausspielen, obwohl seine Berechtigung so klar nicht ist.

Das Material der Hunt'schen Theorie von 1965 sind einige wenige Variablen: Input, Kongruenz/Inkongruenz, Operation, Ausgang und Test. Zu diesen schon in der TOTE-Theorie enthaltenen Größen kommt, als Hunts eigene Entdeckung, der optimale Inkongruenzlevel, der für die intrinsische Motivation entscheidend ist.

Die logischen Relationen dieser Variablen sind die folgenden:

a) TEST - STANDARD

Hunt vergleicht diese Variablen in seiner Explanation mit dem Raumthermostaten, in welchem ein Thermometer die Raumtemperatur abliest und auf einen kritischen Wert eingestellt werden kann. Das Einstellen des TEST (des Thermometers) "constitutes a standard" (S.200) Bei Licht besehen ist es also so, daß ein Standard vorliegt (die Einstellung des Thermometers), und daß es eine Möglichkeit gibt, diesen Standard mit einem Input zu vergleichen. Das Zustandekommen des Standards spielt in der TOTE-Theorie keine Rolle. Dies bedeutet nun, daß die TEST-Variable nur eine gerätetechnische Beschreibung (oder eine Ortsangabe) dafür ist, daß ein Standard mit etwas anderem zusammentrifft, und daß sie diesem Geräteteil, diesem Ort oder diesem Zeitpunkt des Aufeinandertreffens einen Namen gibt. Logisch ist TEST dagegen nicht von Interesse, weil diese Variable nur eine Verdopplung der STANDARD-Variablen bedeutet, wie sich noch zeigen wird. Wichtig ist also der nächste Zusammenhang:

b) INPUT, STANDARD, KONGRUENZ, OPERATION

"Here is an incongruity between the input and the standard of the test, which instigates the operation" (S.200) Ein Vergleich von INPUT und STANDARD also kann zu INKONGRUENZ führen, und INKONGRUENZ führt zu OPERATION. In der bewährten Form dargestellt heißt das:

INPUT $\wedge$ STANDARD $\rightarrow$ INKONGRUENZ

INKONGRUENZ $\rightarrow$ OPERATION

Empirisch formuliert: Ein Lebewesen, etwa ein Mensch, hat eine bestimmte Theorie, einen Adaptationslevel, eine Erwartung usw.; eine Wahrnehmung, die er macht, ist zu diesem Standard inkongruent; um diese Inkongruenz abzubauen, handelt er; das bedeutet, daß er denkt, ein Buch liest etc.

Damit nun dieser Prozess nicht ewig läuft, gibt es im TOTE-Modell noch einen weiteren Zusammenhang:

c) KONGRUENZ, INPUT, AUSGANG

"Establishing congruity between the input conditions and the standard stops the operation" (was gleichbedeutend ist mit "exit", Ausgang) (S.200) Ist also der Input nicht mehr inkongruent, sondern stimmt er zu dem Standard, dann hört die Einheit zu arbeiten auf. Das heißt:

INPUT $\wedge$ STANDARD $\rightarrow$ KONGRUENZ

KONGRUENZ $\rightarrow$ AUSGANG

d) Ein Zugeständnis muß nun Hunt noch unterstellt werden, aber es ist wohl leicht einsichtig:

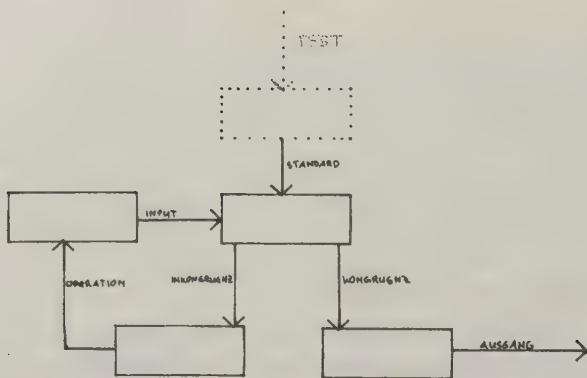
Die Operation kann nur zum Erfolg führen, wenn sie seinerseits den Input verändern kann. In Hunts eigenem Beispiel: Wenn die Raumtemperatur absinkt, löst der Vergleich STANDARD - INPUT (= Temperaturfühler - vorgegebenes Tempertursoll) den Ofen aus. Der erwärmt den Raum, und der Input (Wert auf dem Temperaturfühler) ändert sich, was die KONGRUENZ mit dem Standard herstellt.

Es darf also noch geschrieben werden:

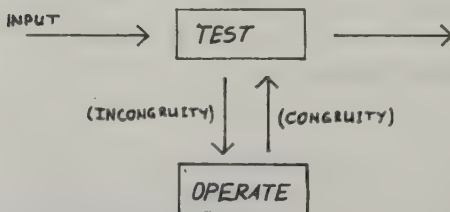
OPERATION $\rightarrow$ INPUT

(Die Tatsache, daß an dem so einfachen Modell der TOTE in der Formalisierung schon zwei Modifikationen angebracht werden mußten, deren eine auf mangelnder Klarheit in der Verwendung der Variablen, deren andere auf einer Nachlässigkeit in der Adaptation des Regelkreismodells (so eines soll die TOTE nämlich sein) beruht, ist nicht gerade Ausdruck einer gewissenhaften Arbeit von Miller, Galanter, Pribram und Hunt)

Die Umformung des TOTE - Modells in die für das kognitive Modell festgelegte Symbolik ergibt nun das folgende Modell:



Zum Vergleich die Miller'sche TOTE:



(nach MILLER et al. 1960, S. 26)

In diesem Vergleich können zwei Dinge ausgemacht werden: Die Einzeichnung der Variablen TEST in das obere Modell (gestrichelt) zeigt, daß TEST gegenüber STANDARD keine Information bringt. Statt TEST → STANDARD zu schreiben genügt es auch, nur STANDARD zu schreiben, weil die Beziehung TEST-STANDARD keine Veränderung der Information in einer der beiden Variablen bedeutet. Insoferne

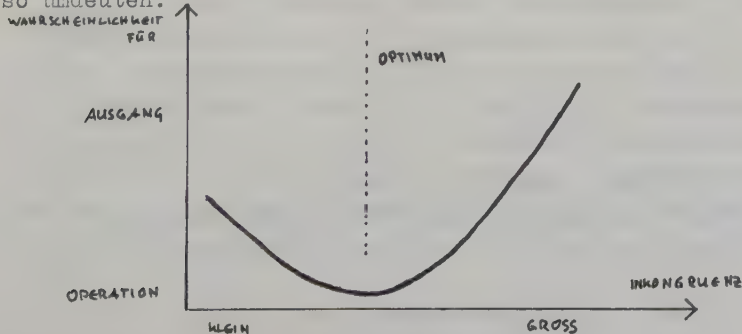
rechtfertigt die korrekte Fassung der TOTE die unter a) gegebene Argumentation.

Zum anderen macht die Fassung klar, daß das TOTE-Modell in der Umformulierung einen impliziten Block enthält. Der INPUT - STANDARD - Vergleich hat die zwei Ausgänge KONGRUENZ und INKONGRUENZ. Aus der Entwicklung des kognitiven Modells ist jedoch bekannt, daß Blöcke mit zwei sich wechselseitig ausschließenden Ausgängen als Schalter dargestellt werden.

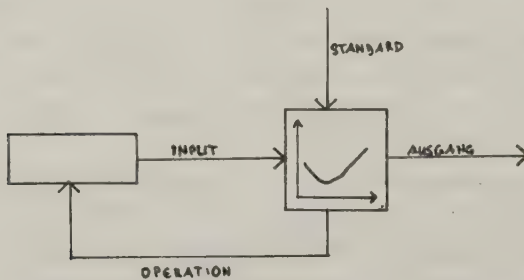
Hunt äußert sich nun sogar zur Übergangscharakteristik dieses Schalters:

"The fact that situation giving rise to incongruous inputs can sometimes be distressing and repelling and can sometimes be pleasing and attractive to a given animal or person is puzzling until one hits upon the notion that there must be an optimum level of incongruity, another kind of standard, which, at any given time, divides attraction from repulsion." (S.216)

Wenn wir nun die emotionalen Variablen "attraction" und "repulsion" in Verhaltensbegriffe übersetzen, also gewissermaßen so operationalisieren, wie sie Hunt wohl vorschweben, nämlich in die Wahrscheinlichkeit, mit der aus einem inkongruenten Input eine Operation zum Abbau der Inkongruenz erfolgt, bzw. mit der auf einen inkongruenten Input ein Verweigern der Verarbeitung, ein "aus dem Felde gehen" erfolgt, können wir die Kurve, die Hunt für den optimalen Level der Inkongruenz angibt (S.220), für eine Übergangscharakteristik des Schalters so umdeuten:



Unter Verwendung diese Kurve als Symbol im Schalter-Block ergibt sich für das Hunt'sche Modell der intrinsischen Motivation folgendes Bild:



Diese Rekonstruktion erlaubt nun auch, das Verhältnis der Hunt'schen Theorie zum kognitiven Modell zu bestimmen:

Der Input der TOTE kann in etwa identifiziert werden mit SENS INPUT als Repräsentanz der Umweltgegebenheiten (Oder, auf einem theoretischeren Level, auch mit SIGNAL, je nachdem, wie man Hunt zu interpretieren geneigt ist). Von den beiden Ausgängen der TOTE, nämlich AUSGANG und OPERATION könnte AUSGANG als Resultat eines TOTE-Laufs in befriedigender Weise als MATCH_{RES} wiedergegeben werden, da beide Variablen anzeigen, daß die Arbeit der Informationsverarbeitung beendet ist; OPERATION müßte dagegen mit allen Arbeitsvariablen des kognitiven Modells wiedergegeben werden, also mit MATCH_{2,3}, ACT, MOD, SPEZ. Die Übergangscharakteristik des Hunt'schen Schalterblockes ist auch im kognitiven Modell als der Inhalt der Schalter anzusehen, da es sich in beiden Fällen um eine feste, dh. technische Eigenschaft der Blöcke handelt, die keine Umdeutung zuläßt.

Die Hunt'sche Variable des STANDARD trägt also damit

die gesamte Erklärung dessen, was im kognitiven Modell durch alle bisher nicht genannten Variablen (mindestens des Verarbeitungsteils) geleistet wird. Dies bedeutet gleichzeitig, daß die in dieser Arbeit vorgelegte Theorie die kognitiven Vorgänge innerhalb der STANDARD-Variablen des Hunt'schen Modells in ein komplexes Gefüge auflöst; dies wiederum führt zu dem Schluß, daß Hunt mit seiner Theorie lediglich einen Hinweis auf die BLACK BOX des kognitiven Verhaltens oder der Informationsverarbeitung und der zugehörigen Motivationsprozesse gegeben hat, keinesfalls eine Analyse.

Diese Tatsache, die sich ja keineswegs nur auf Hunt's intrinsische Motivation, sondern auf das TOTE-Modell generell bezieht, findet sich auch bei den TOTE-Erfindern: Die Entwicklung der TOTE spielt nur eine nebensächliche Rolle; sie wird am Anfang als Clou hingestellt, der das alte "telephone-switchboard" ausranigieren soll; im Übrigen werden 4/5 des Buches mit Überlegungen zur Spezifizierung der STANDARD-Variablen gefüllt, und gefragt, welche "Pläne" und "Standards" für Erinnerung, Sprechen, Problemlösen, motorische Fertigkeiten ect. angenommen werden können (MILLER, GALANTER & PRIBRAM 1960).

Entsprechend weit und unspezifisch, das läßt die Theorie von Miller et al. erwarten, fällt auch die Interpretation aus, die Hunt für die STANDARD-Variable gibt. Standards können sein: "the 'comfort' standard based on a threshold for pain", "biased homeostats of the hypothalamus", "the ongoing input of the moment", "intentions and plans", "adaptation levels", "expectations,...conceptions,...theories", "ideals" (S.201 f) Nimmt man nun diese Unspezifität der STANDARD-Variablen in Hunt's Modell zusammen mit der Rekonstruktion dieser Variablen im kognitiven Modell, so scheint es wohl gerechtfertigt, dieses tragende Element der TOTE als eine Black Box auszuzeichnen, dh. als eine wichtige, unanaly-

sierte, komplexe Variable, deren innere Struktur, obwohl nicht aufgehehlt, doch ein wichtiger Einflußfaktor in einer kognitiven Theorie wie der von Miller et al. oder einer Motivationstheorie wie der von Hunt ist. Dieser Mangel schlägt sich natürlich auch auf die Leistungsfähigkeit der Theorie nieder: Eine systematische Explikation der TOTE, also eine solche, die sich auf das Modell und seine formale Struktur allein, und nicht auf die Deutungen der Variablen beruft, findet sehr bald ihre Grenze: Alle Ableitungen (also Erklärungen und Prognosen), die über die Aussage hinausgehen, daß sich die Wahrscheinlichkeit einer OPERATION bestimmen läßt aus dem Verhältnis der Variablen INPUT und STANDARD gemäß der im Schalter gegebenen Funktion, müssen als unsystematische oder ad-hoc-Explikationen angesehen werden, weil sie jedenfalls nicht aus der TOTE selbst gewonnen sind. Dies deckt eine deutliche Schwäche des Ansatzes auf: Er ist für die Ableitung von Hypothesen und Prognosen wenig fruchtbar.

5.2 "Telephone Switchboard":

Daniel E. Berlyne

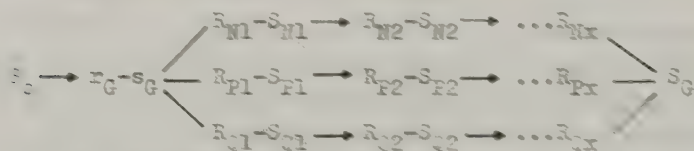
Theoretiker vom Schlage Millers oder Hunts, die die Erklärung kognitiven Verhaltens mit Hilfe der Computer-analogie des Denkens betreiben, belegen die SR-Theorie, die Verhalten aus Ketten von Stimuli und Responses erklärt, mit der Kennzeichnung, es handle sich dabei um ein "telephone switchboard"-Modell, also um das Modell eines Klappenschrankes in der Fernsprechvermittlung; womit sie gleichzeitig behaupten, daß dieses Modell seine Legitimität aus einer technischen Analogie beziehe (vgl. MILLER et al. 1960, S.41 f), und, da diese technische Entwicklung längst durch datenverarbeitende Maschinen überholt sei, auch die SR-Theorie längst die Patina des Altertümlichen angesetzt habe. Sich dem technischen Fortschritt anpassend setzt man also heute kom-

plexe informationsverarbeitende Prozesse an. Angesichts der Wendigkeit und Komplexität, die ein SR-Ansatz in D.E. Berlynes "Structure and Direction in Thinking", von dem im Folgenden die Rede sein soll, erlangt hat (BERLYNE 1966), muß es nun allerdings lächerlich erscheinen, diese Theorie als Museumsstück "Klappenschrank nach C.L.Hull, 1943", zu apostrophieren, zumal die Autoren der TOTE, wie wir ja gesehen haben, mit ihrem Einläuten eines neuen Zeitalters der kognitiven Theorien recht viel Lärm um recht wenig gemacht haben.

Berlyne kann in der Anwendung der SR-Theorie auf kognitive Prozesse, und insbesondere gerichtete Prozesse, zunächst auf Hull zurückgreifen: In dessen Theorie findet er schon eine differenzierte Struktur intermediärer Variabler, die zwischen einem (wahrnehmbaren) Stimulus und einer (wahrnehmbaren) response vermitteln, und als eine Theorie subjektinterner Vorgänge gelten können. Bei Hull bereits ist es möglich, die einzelnen Stimuli durch Generalisierung zu Stimulusklassen, die einzelnen Responses ebenso durch Generalisierung zu Responseklassen zusammenzufassen. Dies sichert, daß auf äquivalente Stimuli (etwa semantisch identische Instruktionen) eine Klasse äquivalenter Reaktionen (etwa Drücken einer Taste mit Daumen, Zeigefinger, Ellenbogen) zur Verfügung steht. Diese Generalisierung ist nun schon der erste Schritt zur Modellierung von Denken: Insoferne diese S- und R-Klassen durch "symbolische responses" vermittelt werden, kann man schon von Denken sprechen: "By thinking, we mean any process that involves a chain (that is, a sequence of two or more members) of symbolic responses." (BERLYNE 1966, S. 19) Symbolische Responses sind nun solche, in denen "a stimulus class S_x may have become associated with a mediating response, R_m (which may be overt or covert), and the feedback stimulus, S_m , resulting from R_m , may have become associated with R_x " (der Response-Klasse) (S.28)

Die so entstehenden Ketten können nun, ganz im Sinne des Hull'schen Begriffes, zu sog. "Habit Family Hierarchies" (HWH's) aufgebaut werden. "Habit Family Hierarchy consists of a set of behaviour chains, such that (1) every chain is associated with, and thus can start out from, the same initial situation, S_0 , and (2) every chain ends with the same goal situation, S_g . The cement that binds the structure together is, once again, furnished by the fractional anticipatory goal response r_g , since r_g will be evoked from the start by the association of S_0 and an appropriate motivational condition and S_g will have an association with all the constituent chains of the hierarchy." (S.90)

In einer Graphik formuliert:



Mit diesem Konstrukt der HWH's hat nun Berlyne eine komplexe, intervenierende Struktur zur Hand, die es erlaubt, Denken als einen inneren Vorgang der Bildung geeigneter SR-Ketten zu modellieren.

Für das zielgerichtete Denken ist nun eine zusätzliche Modifikation notwendig: Gerichtetes Denken kann nicht mit einer zufälligen Abfolge von r-s-Elementen erklärt werden. Diese Abfolge von r-s-folgen innerhalb einer HWH kann lediglich eine Art assoziatives Denken oder freies Assoziieren produzieren; vielbestimmte Prozesse, wie sie beim Problemlösen eine Rolle spielen, bedürfen einer Erweiterung der Struktur: Die Übergänge der r-s-Glieder müssen gerichtet werden können, statt einer assoziativen Kette zu eine "Assoziations-Kette" (association chain) gebildet werden.

Berlynes Vorschlag sieht so aus:

Der klassische "train of thought" hat die Form:

$$S_0 \longrightarrow r_1-s_1 \longrightarrow r_2-s_2 \longrightarrow \dots \longrightarrow r_n-s_n \longrightarrow \dots$$

oder, mit einer Ersetzung der "r-s" Glieder durch "u":

$$s_0 \rightarrow u_1 \quad u_2 \rightarrow \dots \rightarrow u_n \rightarrow \dots$$

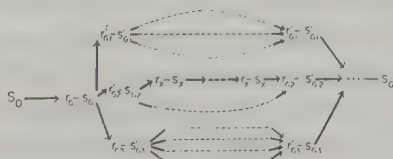
Für den zielgerichteten Fall nun führt Berlyne in den Übergang von u_k zu u_{k+1} , der ja für die bloße Assoziativität verantwortlich ist, "transformational responses" ein, die einen gerichteten Übergang ermöglichen:

"So, to sum up, the chain that constitute habit family hierarchies on which directed thinking depends will be composed of the alternating situational thoughts and transformational thoughts. They will take the form:

$$s_0 \rightarrow \varphi_1 \rightarrow u_1 \rightarrow \varphi_2 \rightarrow u_2 \rightarrow \varphi_3 \rightarrow \dots \rightarrow \varphi_n \rightarrow u_n \dots"$$

(S.115)

Schließlich faßt Berlyne die so erhaltenen HTH's noch zu größeren Komplexen zusammen, den "Compound habit family hierarchies", die sich dann bereits durch (aus der Chomsky-Linguistik wohlbekannte) Baum-Graphen darstellen lassen; zum Teil sind sie auch interpretierbar in einer mathematischen Gruppen-Theorie, was aber in diesem Zusammenhang keiner näheren Darstellung bedarf. Es genügt, zur Kenntnis zu nehmen, daß die Compound Habit Family Hierarchies der folgenden Struktur:



ein beliebig komplexes Modell symbolischer Responses darstellen.

Dies bedeutet nun aber eine erhebliche Distanz zur Primitivisierung der SR-Theorie, die, nach dem "telephone-switchboard"-Modell nichts anderes kann, als stur geradeaus durchzuschalten: Vielmehr ist die Favourisierung von Begriffen wie "Strategie", "Plan", "Programm" oder "Regel" als Gegenbegriffen zum SR-Konzept,

wie Berlyne zu Recht bemerkt, nichts anderes, als kalten Kaffee neu aufzuwärmen:

"Whether we say that an animal learns response R_A in stimulus situation S_1 and, as a result of stimulus-response generalization, performs response R_B in stimulus situation S_2 , or whether we say that he learns a certain rule in S_1 and applies the same rule in S_2 , which gives rise to a different response, we are expressing the same facts." (S.171)

Zur Fassung der intrinsischen Motivation nun faßt Berlyne mehrere Faktoren ins Auge: Zunächst ist das Auftreten einer "drive"-Bedingung notwendig, die die allgemein energetisierende Seite herstellt (vgl. S.237). Diese Bedingung identifiziert Berlyne im kognitiven Bereich mit der "arousal"-Variablen, einer sowohl theoretischen wie auch komplex-physiologischen Größe (für die physiologische Charakteristik vgl. BERLYNE 1967). Dieses arousal "will be reflected in the intensity, degree of exertion, and possibly persistence, with which the thought process is conducted, as well as the usual psychophysiological indices." (S.294)

Der nächste Einflußfaktor, und vielleicht der wichtigste, ist der "conceptual conflict": "This kind of conflict that affects directed thinking and other forms of epistemic behavior most directly will be 'conceptual conflict'. This is conflict between incompatible symbolic response patterns, that is, beliefs, attitudes, thoughts, ideas. Conceptual conflict will, we hypothesize, be the principal, but not necessarily the only, factor producing epistemic curiosity." (S.255)

Wie man erkennen wird, ist der conceptual conflict ein ähnlicher Begriff wie die Hunt'sche Inkongruenz. Er erfährt bei Berlyne allerdings insofern eine adäquatere Bestimmung, als nicht mehr von den (bei Hunt eher nicht-kognitiv aufzufassenden) Input und dem (kognitiven) Standard die Rede ist, sondern bereits von zwei Größen kognitiver Organisation, zwei pattern symbolischer

responses. Dies nähert sich bereits sehr viel besser der Auffassung des kognitiven Modells, "Information" als Auslöser kognitiver Aktivität sei stets "subjektive Information", also subjektive Erwartungswahrscheinlichkeit, die sie CODED SIGNAL enthält.

Weitere Einflußgrößen auf die kognitive Aktivität sind bei Berlyne aber durchaus angesprochen: Die Wichtigkeit der im conceptual conflict angesprochenen Inhalte (importance), die Einschätzung der Möglichkeit, den Konflikt aufzulösen (subjective probability of success) und die Konkurrenz zu anderen Formen kognitiven Verhaltens (competition with other forms of epistemic behavior) spielen eine wichtige Rolle. Diese Variablen müssen als Bedingungsvariablen dafür verstanden werden, wie weitgehend der Konflikt zum Tragen kommen kann.

Weitere Faktoren nennt nun Berlyne für den Fall, daß tatsächlich die Auflösung des Konflikts in Angriff genommen wird: Seine Aktivierung, also die Energie, stammt wieder aus der arousal-Variablen; die Richtung, die die Lösung nimmt, hängt ab vom Inhalt des Konflikts (er beeinflusst die Wahl an den Knotenpunkten der Baum-Graphen), und das Ende des Denkprozesses wie auch die Verstärkung der Lösung geschieht durch eine Auflösung des Konflikts. Bedauerlicherweise verzichtet Berlyne darauf, diese Einflußfaktoren in einer Theorie zusammenzufassen und ihre Interaktion darzustellen, das präzisere Hinweise auf die Zusammenhänge geben und damit auch formale Ableitungen möglich machen würde.

Der einzige präzisere Hinweis findet sich für den "importance"-Faktor (vgl. S.239), wogegen schon die Lösungswahrscheinlichkeit, mit der evtl. die Atkinsonsche Theorie des needachievement in Berlynes Modell geholt werden könnte, ohne nähere Hinweise bleibt. Dazu kommt, daß vom kognitiven Modell aus betrachtet, nur einige der von Berlyne durchgeführten Experimente, mit denen er seine Theorie unterstützt, tatsächlich im Verarbeitungsteil modelliert werden müssen, und einige rein im I.I.-Teil belassen werden können. Diese Hinweise zeigen schon auf,

daß die Theorie Berlynes noch einige Probleme enthält, die der Aufarbeitung wert wären; der gegebene Überblick erlaubt aber schon festzuhalten, daß Berlyne:

- 1.) für die Definition der intrinsischen Motivation das Paradigma der Inkongruenz verwendet, und zwar im Sinne der Inkompatibilität zweier subjektinterner Repräsentanzen;
 - 2.) als weitere Bedingungsvariablen für die Motivierung die Faktoren "importance", "probability" und "competition" angibt;
 - 3.) mit drei weiteren Faktoren, nämlich "arousal", "content of conflict" und "relief of conflict" die innere Steuerung der kognitiven Aktivität erfaßt, und
 - 4.) eine hoch formalisierte Auskunft darüber geben kann, auf welcher Ordnung von Grundeinheiten (symbolische responses bzw. "Informationen") das ganze Modell beruht.
- Es läge nun natürlich nahe, zu diesen Angaben sofort eine Analogie zum kognitiven Modell herzustellen, wie etwa "importance" durch WERT wiederzugeben etc. Dies verbietet sich jedoch bei genauerem Zusehen, da dies zB. auch unterstellen würde, daß die Habit Family Hierarchies zu identifizieren sind mit REP SPEICHER, was wohl an dem vorbeiginge, was die SR-Theorie mit diesem Konstrukt erreichen will. Es bedürfte schon des Bemühens um eine formale Fassung der gesamten Berlyne'schen Theorie, ehe man Vergleiche anzustellen befugt wäre.

Was man aber ohne diese Ausfaltung schon sagen kann, ist, daß Berlyne erheblich näher an den Möglichkeiten des kognitiven Modells liegt als die, die glauben, mit der Computeranalogie das Ei des Kolumbus gefunden zu haben, wahrhaben wollen. Daß das kognitive Modell darüber hinaus die Bedingungsvariablen in einen formalen Zusammenhang bringt, sollte nicht darüber hinwegtäuschen, daß die Berlynesche Theorie, was die Strukturierung der elementaren Einheiten, und die innere Steuerung des Verarbeitungsprozesses betrifft, möglicherweise näher an einer inhaltlichen Deutung ist.

5.3 "Leistungsmotivation":

Eine Alternative?

Abgesehen von der zaghaften Einordnung der Theorie der Leistungsmotivation, wie sie Berlyne im "probability of success"-Faktor vornimmt, ist die Theorie der intrinsischen Motivation bisher auf die recht weit entwickelte "Leistungsmotivation" nicht wesentlich eingegangen. Für das kognitive Modell muß natürlich gefragt werden, was es mit dieser Theorie, die ja unter Pädagogen wesentlich mehr Erfolge zu verzeichnen hat als die intrinsische Motivation, auf sich hat.

Zunächst ein kurzer Überblick:

Die Theorie der Leistungsmotivation funktioniert, im Atkinsonschen Modell (vgl. ATKINSON 1974), mit vier Variablen: Der aktuellen, zu einem Zeitpunkt realisierten Tendenz (tendency, T), einer überdauernden Disposition, dem Motiv (motive, M), der Erwartung des Effekts eines Verhaltens (probability to reach a goal, P) und dem Anreizwert eines Zieles (incentive value, I).

Diese vier Variablen gibt es jeweils in zwei Ausprägungen, nämlich der Ausprägung "Suchen von Erfolg" und in der Ausprägung "Vermeidung von Mißerfolg", also etwa "Tendenz zum Erfolg" oder "Tendenz einen Fehler zu vermeiden" für die Variable "T". Die Variablen interagieren nach der allgemeinen Formel:

$$T = M \times P \times I$$

Für die Theorie der Leistungsmotivation muß nun aber diese Formel jeweils einer der beiden Motivationen, der Erfolgs- oder Mißerfolgsmotivation zugeordnet werden, sind also die Variablen jeweils mit einem Index zu versehen, der anzeigt, aus welcher Motivation die Variable jeweils genommen ist:

Die Erfolgsmotivation funktioniert (mit den Indices "s" für "success" und M_s für "motive to reach success" nach der Formel:

$$T_S = M_S \times P_S \times I_S$$

Für die Mißerfolgsmotivation lautet die Formel (mit "f" für "failure" und " M_{AF} " für "Motive to avoid failure"):

$$T_{-f} = M_{AF} \times P_f \times I_f$$

Die Leistungsmotivation kann aus diesen beiden Komponenten zusammengesetzt werden, die für jedes einzelne Verhalten eine entsprechende Prognose ermöglichen, wie ein Subjekt sich verhält, wenn seine Motivation die beiden Komponenten in jeweils bestimmten Ausprägungen enthält.

Das Auftreten des Begriffes der Wahrscheinlichkeit nun in den Faktoren "P" und "I", für die ja der Zusammenhang gilt: " $I_S = 1 - P_S$ ", bzw. " $I_f = -P_S$ " (s. ATKINSON 1974, S. 16) lenkt den Blick, auf das kognitive Modell gewendet, nun natürlich zunächst auf EFFIZIENZABSCHÄTZUNG und vermutet, daß die Theorie der Leistungsmotivation eine Theorie der EFF-Variablen ist, und also eine Teiltheorie des kognitiven Modells, da ja auch EFF ein Schätzer dafür ist, wie wahrscheinlich es ist, daß ein bestimmten Ziel erreicht, also ein $MATCH_{RES}$ erzielt werden kann.

In Wahrheit liegt jedoch die Theorie der Leistungsmotivation nicht in einem Teil des kognitiven Modells: Sie hat sich niemals von den zwei Grundspezifizierungen ihrer Variablen in "Hoffnung auf Erfolg" und "Turcht vor Mißerfolg" abbringen und zu einer allgemeineren Formulierung verleiten lassen. Die Einbeziehung des Leistungsmotivationskonzeptes in Variablen des kognitiven Modells würde aber gerade eine solche Verallgemeinerung bedeuten, wenn etwa die opponierenden Ausprägungen " T_S " und " T_{-f} " in der EFF-Variablen vereintwürden. Einem solchen Versuch widerspricht überdies eine Charakterisierung von Heckhausen, derzufolge das Leistungsmotiv, wie jedes Motiv überhaupt, eine hohe Generalisierung von Werten darstellt, und in vielen Situationen anwendbar ist (vgl HECKHAUSEN 1974, S. 142, 147), weshalb es,

so Heckhausen, auch nicht unmittelbar zu Handlungen führen kann (op.cit.). Das kognitive Modell enthält nun aber keine Variablen, die für Dispositionen stehen können, und es enthält auch, gemessen an der Entfernung, die die heckhausenschen Motive zu den Handlungen eines Subjekts haben, durchaus nur solche Variablen, die das Verhalten der Subjekte recht direkt beeinflussen.

Dies legt nahe, die Theorie der Leistungsmotivation so aufzufassen, daß sie von Einflüssen auf das Verhalten redet, die in den Modellvariablen selbst nicht repräsentiert sind, die aber die Modellvariablen beeinflussen können. Diese allgemeine Überformung der Aktivität, auch der kognitiven Aktivität, ist bezeichnend für die Leistungsmotivation und ihre Theorie als eine Form der dispositionellen Verhaltensklärung:

"Je nach der individuellen Erfahrungshäufigkeit ist das individuelle Motivsystem mehr aufsuchen oder mehr vermeidend orientiert, stärker durch Hoffnung auf Befriedigung oder Furcht vor Nichtbefriedigung bestimmt. So läßt sich jedes Motiv grob in zwei Teiltendenzen gliedern: Aggression und Aggressionshemmung, Hoffnung auf Anschluß und Furcht vor Zurückweisung, ...Hoffnung auf Erfolg und Furcht vor Mißerfolg. Individuen unterscheiden sich danach, welche der jeweiligen Teiltendenzen überwiegt." (HECKHAUSEN 1974, S. 147 f)

Diese generelle Überformung jeder (kognitiven) Aktivität durch die Erfolgs- und Mißerfolgstendenz läßt sich nun im kognitiven Modell nur fassen, wenn sie einer Variablen zugeordnet wird, welche vor der thematischen Spezifizierung der Modellvariablen, also vor MOD VORBEREITUNG liegt. Dies bedeutet, daß man für die Integration der Leistungsmotivationstheorie ins kognitive Modell zur Variablen REPERTOIRE SPEICHER zurückgehen muß. Das heißt, daß die Theorie der Leistungsmotivation eine Theorie über den Inhalt und die Struktur von REP SPEICHER ist. Das würde weiter bedeuten, daß die Untersuchungen zur Leistungsmotivation und ihrer Genese solche sind, die

Aufschluß geben könnten über das Zustandekommen der den einzelnen MODELLEN in REP SPEICHER zugeordneten WERT- und ORDNUNGS-Kennzeichnungen, und über die REAL- und REGEL-Strukturen, die die einzelnen Modelle haben. Die Theorie der Leistungsmotivation fördert nämlich die Vermutung, daß es im REP SPEICHER einzelne Modelle gibt (etwa eines für das "Leistungsmotiv"), denen gegenüber die anderen Modelle im REP SPEICHER Sub-Modelle sind, die in Aufbau und Modifikation stets den Kriterien des übergeordneten Modells unterworfen sind. Dieses Obermodell könnte etwa eine Vorstellung von der "Situation des Subjekts in der Welt" sein, und dazu geeignet, verschiedene Situationen für das Subjekt zu werten, zu strukturieren und relevante Implikationen auszumachen. Diese Interpretation der Theorie der Leistungsmotivation ist so abwegig nicht: In jüngster Zeit haben sich innerhalb der Leistungsmotivationstheorie Entwicklungen ergeben, die durchaus in diese Richtung deuten. Kronzeuge dafür ist Joel O. Raynor, der, durch einige Untersuchungen veranlaßt, die Theorie dahingehend ausgeweitet hat, daß die Variablen "Tendenz" und "Wahrscheinlichkeit" (T und P) aufgespalten werden in eine Summe von Teiltendenzen, bzw. ein Produkt aus Teilwahrscheinlichkeiten, die aus verschiedenen Situationen extrahiert werden. Zugeordnet werden diese Teile zu bestimmten Zielen, die ein Subjekt sich längerfristig setzt. So können einige leistungsthematische Verhaltensweisen dahingehen spezifiziert werden, daß sie Schritte auf dem Weg zu einem Ziel sind, und daß die Subjekte Vorstellungen davon haben, welche Rolle das jeweilige Verhalten auf diesem Weg spielt. Dementsprechend unterscheidet Raynor zwischen "contingent paths", in denen Subjekte wissen, daß das momentane Verhalten Auswirkungen auf die nächsten Schritte zum Ziel haben wird, und "noncontingent paths", in denen dem Teilverhalten kein Effekt auf die Zukunft zugeschrieben wird. (vgl. RAYNOR 1974, S. 130 ff).

Diese Ausweitung der Theorie der Leistungsmotivation

bedeutet nun, etwas kognitiv gewendet, daß die Leistungs-/ Mißerfolgsmotivation von Subjekten, wie sie sich in einzelnen Situationen auswirkt, abhängig ist von einem kognitiven Modell, das Auskünfte über das Verhältnis Subjekt - Leistung - Ziel gibt, sowie die Möglichkeiten, das Ziel zu erreichen, einschätzt, ehe die Subjekte sich daran machen, eine Aufgabe anzupacken. Und dies paßt dann auch in etwa zur Interpretation der Leistungsmotivation als einer Theorie von der Struktur und Organisation des REP SPEICHERS, wie sie skizziert wurde. Ob diese Vermutung triftig sind, und ob etwa die Untersuchungen zur Theorie der Leistungsmotivation die vermuteten Zusammenhänge im REP SPEICHER erhärten könnten, müßte eine detaillierte Aufarbeitung zeigen. Bislang sind das nichts als Spekulationen; aber vielleicht könnte eine solche Arbeit erreichen, dispositionelle Erklärungen durch Motive, wie etwa die Leistungsmotivation eine ist, in nicht-dispositionelle Erklärungen überzuführen.

5.4 "Intrinsische Motivation": Pädagogisch

Erinnert man sich an die Skizzen zur intrinsischen Motivation, wie sie in Teil IV, 3 anläßlich der Suche nach einer Definitionsgrundlage für diesen Begriff gegeben wurden, so erinnert man sich, daß vor allem pädagogisch motivierte Annahmen einer intrinsischen Motivation "aus der Sache selbst" im kognitiven Modell nicht ausdrückbar waren. Man hätte eine willkürliche Festsetzung dergestalt treffen müssen, daß man eine der Modellvariablen in zwei disjunkte Klassen zerlegt, deren eine hätte das "um der Sache willen", deren andere hätte das "um anderer Zwecke willen" modellieren müssen. Andererseits war aber auch gezeigt worden, daß die "Operationalisierungen" dieser Motivation "um der Sache willen" im kognitiven Modell durchaus reproduzierbar sind, und zwar als

das Berlyne/Hunt'sche Grundparadigma der Inkongruenz mit Hilfe der Variablen SPEZ/ORD und CODED SIGNAL.

Das mit den Vorstellungen zur intrinsischen Motivation in zwei verschiedenen Weisen verfahren werden muß, will man sie auf das kognitive Modell projizieren, legt nun nahe, daß in der pädagogisch ausgerichteten Rezeption dieser Theorie zwei verschiedene Dinge konfundiert wurden:

Die eine Komponente ist unproblematisch: Sie ist das empirisch oft aufgewiesene Phänomen der Entstehung kognitiver Aktivität aus Inkongruenz und dessen theoretisches Pendant des Inkongruenzparadigmas, das ja im kognitiven Modell durchaus dargestellt werden kann.

Die zweite Komponente dagegen kommt aus sehr viel anderen Quellen: Die intrinsische Motivation bot nämlich wie keine andere Theorie die Möglichkeit, pädagogische Hoffnungen als normative Elemente mit Hilfe einer empirischen Theorie zu kaschieren, die Inkongruenzmotivierung flugs in ein Motiv umzustilisieren (so geschehen in aller wünschenswerten Klarheit bei BRUNNHUBER 1972, S. 21), und damit der eigenen Intention das heutzutage erwünschte empirische Mäntelchen umzuhängen, um das Idealbild des Schülers präsentieren zu können.

Nun ist es keine Frage, daß ein Pädagoge ein bestimmtes Ziel haben soll, auf das hin er seine Erziehung ausrichtet. Und das Bild des mündigen Schülers, der sich für die Gegenstände des Unterrichts interessiert, der mitarbeitet, Fragen stellt, zum Unterricht produktiv beiträgt, ist sicher ein hohes Ideal. Und auch darüber, wie man ein solches Ziel zu erreichen habe, macht man sich Vorstellungen. So entwirft etwa Schiefele (SCHIEFELE 1974, insbes. Teil 4) das Bild des Aufbaus sachbezogener, intrinsischer Motive aus dem Spiel, dem entdeckenden Lernen und der behutsamen und schrittweisen Steuerung des Aufbaus kognitiver Schemata durch den Lehrer, der Informationen bereitstellt, und rechtzeitig Fragen formuliert oder Problemkomplexe aufwirft.

Dieses Ideal, oder Idyll, wird nun freilich, und auch das weiß jeder Pädagoge, in der Praxis konterkariert durch ganz andere, und stärkere Mechanismen: Große Klassen, vorgeschriebene Lehrpläne, Zeitdruck, und Leistungsbeurteilung machen die Schule zu einer anderen Anstalt als sie das optimistische Bild vom nur der Sache hingeebenen Schüler zeichnet. Und deshalb hat sich die Entdeckung durchgesetzt, die seit Jackson (JACKSON 1973) "heimlicher Lehrplan" heißt, und die jedem Schüler als Bluff, Strebertum und Kriecherei bekannt ist: Die Institution Schule zu meistern ist etwas anderes, als Probleme und Aufgaben fruchtbar und richtig zu bewältigen; es sieht viel eher so aus, als belohne die Schule vor allem solche Verhaltensweisen mit guten Noten, die mit der "Sache selbst" gerade nichts zu tun haben: Aufmerksamkeitsgehebe, Unauffälligkeit, Unterwürfigkeit, nicht auf der eigenen Meinung zu beharren usw.

Konkreter gefaßt: nehmen wir **zwei** Schüler im Geschichtsunterricht an:

Der eine möge sich, infolge einer bestimmten Lerngeschichte, intensiv mit der Epoche des Deutschen Faschismus beschäftigt haben: er möchte wissen, was geschehen ist, was tatsächlich die Ursachen für den Faschismus waren, wie er sich halten konnte, was über ihn gesagt und geschrieben wurde, und wie sich das zur Wahrheit verhält. Er arbeitet im Unterricht mit, stellt Fragen, gibt Lösungsansätze, greift Mitschüler und Lehrer an, usw. Am Ende dieses Kapitels hat er ein fundiertes Bild des deutschen Faschismus.

Ein anderer hat, ebenfalls aufgrund einer bestimmten Lerngeschichte, kein Interesse. Seine Arbeit beschränkt sich darauf, leidlich aufzupassen, ökonomisch zu kalkulieren, wann es sich zu lernen lohnt, damit er nicht unvorbereitet erwischt wird, und den Stoff für die Schulaufgabe in einigen Stunden einzupauken. Am Ende der Unterrichtseinheit kann er ansprechende, vielleicht sogar gute Noten vorweisen, und er hat einen guten, weil un-

auffälligen Eindruck hinterlassen.

Wenn diese Gegenbilder das treffen, was die pädagogische Rezeption der intrinsischen Motivation unter "Motivation aus der Sache selbst" versteht, so können wir leicht eruieren, welche Vorstellung sich zu Berlyne und Hunt gesellt hat, wenn wir die beiden Gegenbilder nun abstrakter in Begriffe des kognitiven Modells fassen:

Kritische Variable beim ersten Schüler ist ein bestimmtes Modell aus REP SPEICHER, das immer dann in MOD SPEZ erscheint, wenn das Thema "deutscher Faschismus" auf den Tisch kommt. In diesem Modell stecken verschiedene Informationen zum Faschismus, und verschiedene Möglichkeiten der Zusammenhänge dieser Informationen (oberflächlich gesagt: verschiedene Theorien über den Faschismus und seine Genese, und vielleicht auch verschiedene Theorien darüber, was in der Geschichtswissenschaft der Begriff der "Erklärung" bedeutet, etc.). Der Ordnungsgesichtspunkt, der in ORD eine Rolle spielt, ist so etwas wie eine möglichst gute Binordnung aller Fakten in einen Zusammenhang, eine möglichst hohe Modell-Redundanz. Der zweite Schüler hat demgegenüber ein anderes Modell: Es besteht primär aus Informationen über die Schulsituation, und aus Möglichkeiten, wie sie zusammenhängen. Der Ordnungsgesichtspunkt dieses Modells ist eine möglichst gute Kalkulation der Nutzen/Aufwandoptimierung, dh. es geht darum, Strategien, Modelle dafür zu finden, wie mit möglichst wenig Aufwand optimal gute Noten erzielt werden können. Das Thema "Faschismus" ist demgegenüber nebensächlich.

Theoretiker der intrinsischen Motivation nun gehen darauf aus, daß Schüler dahin gebracht werden müssen, daß sie Modelle der ersten Art aufbauen, und daß solche der zweiten Art vermieden werden: Sie sollen primär, aus der Sache selbst, motiviert sein, nicht sekundär, um anderer Zwecke willen.

"Intrinsische Motivation pädagogisch", wie sie in den Zitaten in Teil IV,3 charakterisiert wird, ist also, bei Licht besehen, eine Theorie über den Aufbau zweier verschiedener Typen von MODELLEN in REP SPEICHER.

Und sie macht darin zwei Fehler:

Der erste ist relativ harmlos: Pädagogen sind geneigt, daran zu glauben, daß durch das Stellen von Fragen, durch die Provokation im Unterricht; kurz: durch Inkongruenzmotivierung sachbezogene Modelle vom "Faschismus"-Typ unseres Beipiels aufgebaut werden. Das kognitive Modell kann hierzu bemerken, daß durch Inkongruenz bestimmte Modelle nur erweiterbar sind (weil es sonst keinen SPEZ/ORDNUNG und CODED- Interaktionseffekt gibt), und daß zum anderen diese Erweiterung davon abhängt, daß für jeden Schüler individuell die richtige Strategie gefunden wird (angemessene Schwierigkeit in EFF, geeignete Modellstruktur in SPEZ und REAL/REGEL, und Bevorzugung dieses Modells gegenüber anderen in WERT). Die Annahme, durch Inkongruenzmotivierung stellten sich die sachbezogenen Modelle quasi von selbst ein, beruht also auf einer Illusion, die durch ungenügende Klärung kognitiver Vorgänge entstehen konnte. Sie ist relativ harmlos, weil sie durch eine solche Klärung korrigiert werden kann.

Weniger harmlos dagegen ist der zweite Fehler:

Die Unterscheidung der Modelle in REP SPEICHER in solche, die "sachbezogen" und solche, die "nicht sachbezogen" sind, ist offenkundig normativ: Denn das ("sekundäre") Schulsituationsmodell des zweiten Schülers ist um nichts weniger "sachbezogen" als das ("primäre") Faschismusmodell des ersten; nur die Sache ist eben eine andere. Für die Erklärung kognitiven Verhaltens und kognitiver Motivation ist dieser Unterschied dagegen nicht von Belang: Es war in der Konstruktion des kognitiven Modells an keinem Punkte notwendig gewesen, eine solche Unterscheidung einzuführen. Das eine Modell in REP SPEICHER als "primär", das andere als "sekundär"

auszuzeichnen, entspringt einer Willkür, die mit Verfahrensweisen der Wissenschaft wohl nicht gerechtfertigt werden kann. Damit ist nun nicht gesagt, daß es keinen Unterschied in den verschiedenen Modellen gibt. Gesagt ist aber, daß die vorgenommene Klassifikation, das eine ~~sei~~ extrinsisch, und nichts wert, und das andere intrinsisch, und das Ziel, um keinen Deut klüger, wissenschaftlicher oder triftiger ist, als wolle man alle auf mathematische und naturwissenschaftliche Probleme bezogenen Modelle als "primär" und "wissenschaftlich", alle anderen als "sekundär" und "metaphysisch" auszeichnen.

Dies möge zeigen, daß das Interesse der Theoretiker der intrinsischen Motivation, Klarheit zu gewinnen über die Vorgänge des menschlichen Denkens, in der pädagogischen Rezeption einen Umschwung erfahren hat: Die Berechtigung der Ansätze von Berlyne und Hunt, der wissenschaftlichen Erforschung kognitiver Vorgänge weiterzuhelfen, ist umgeschlagen in eine ideologische Verschleierung, die sich mit den Federn der Wissenschaft zu tarnen versucht: Denn da es für die Erklärung kognitiven Verhaltens der normativen Unterscheidung in verschiedene Typen sachbezogener Modelle in keiner Weise bedarf, muß es wohl als ungeheurer Zynismus erscheinen, die Schüler der Schulen in unserer heutigen Gesellschaft mit dem Hinweis auf 'wissenschaftliche Ergebnisse' ("Wie die Wissenschaft gezeigt hat, meine Damen und Herren...") zum Gebrauch "sachbezogener Modelle" des "Faschismus"-Typs anzuhalten:

Aus der Sache selbst betriebene Arbeit ist keine Gewähr für gute Noten, und das nicht nur wegen des "heimlichen Lehrplans", sondern auch, weil keineswegs gesagt ist, daß der subjektabhängige Gang des Wissenserwerbs (abhängig vom jeweiligen MODELL, dessen ORDNUNG und REAL/REGEL-Struktur) zufällig mit der Vorstellung vom Gang des Wissenserwerbs deckt, die die Curriculumkonstrukteure vorgegeben haben. Verwirklichung einer Motivation

"aus der Sache selbst" soll wohl eher verhindern, daß der Schüler anfängt, sein Verhalten in der Institution "Schule" nach den Kriterien auszurichten, die ihm ein optimales Fortkommen gewährleisten, und mit wenig Aufwand und den richtigen Verhaltensweisen Klassenziel und Schulabschluß zu erreichen. Und da ein Schüler aus eigener Anschauung kennt, worüber mancher Pädagoge "um der Sache willen" sich hinwegtäuschen will, wird es, das steht zu vermuten, trotz aller Andichtung des Wissenschaftlichen an die intrinsische Motivation "aus der Sache selbst", solange es die Zwickmühle von Bildungswillen und Leistungsbeurteilung gibt, dabei bleiben, daß die Schüler über den Satz lachen, den der wahre Schulmeister ihnen beizubringen sucht: "Non scholae, sed vitae."

LITERATUR

- Aborn, M., Rubinstein, H., & Sterling, T.D. 1959
J.Exp.Ps. 57, S.171-179
Sources of Contextual Constraint upon Words
in Sentences
- Anderson, S. 1957, J.Exp.Ps. 54, S 297 ff
Problem Solving in Multiple Goal Situations
- Arbib, M. 1972 The Metaphorical Brain. New York
- Archer, J. 1961 J.Exp.Ps. 62, S. 207
Assoziation Value in Serial Learning: Supple-
mentary Report
- Ashby, R.W. 1957² An Introduction to Cybernetics.
London
- Ashby, R.W. 1961 General System Theory and the Problem
of the Black Box. in: Mittelstaedt 1961
- Atkinson, J.W. 1974 The Mainsprings of Achievement-
Oriented Activity. in: Atkinson & Raynor
- Atkinson, J.W. & Raynor, J.O. 1974 Motivation and
Achievement. Washington DC
- Bartlett, F.C. 1932 Remembering. Cambridge
- Benjafield, J. 1971 Psychon. Science 23
Evidence for a Two-Process-Theory of Problem
Solving

- Berlyne, D.E. 1957 J.Exp.Ps. 53 S.399-404
Conflict and Information-Theory Variables
as Determinants of Human Perceptual Curiosity
- Berlyne, D.E. 1958 J.Exp.Ps. 55 S. 289-296
The Influence of Complexity and Novelty in
Visual Figures on Orienting Responses
- Berlyne, D.E. 1958 J.Exp.Ps. 56 S.183
Supplementary Report: Complexity and Orienting
Responses with Longer Exposures
- Berlyne, D.E. 1960 Conflict, Arousal, and Curiosity
New York
- Berlyne, D.E. 1966² Structure and Direction in
Thinking. New York
- Berlyne, D.E. 1967 Arousal and Reinforcement
in: Levine, D. (ed) 1967
- Berlyne, D.E. 1971 Curiosity and Education
in: Glock (ed) 1971
- Berlyne, D.E. & Normore, L. 1972 J.Exp.Ps. 96 S.43-48
Effects of Prior Uncertainty on Incidental
Free Recall
- Biggs, J.B. 1969 Brit.J.Ps. 60
Coding and cognitive behaviour
- Bischof, N. 1966 Psychophysik der Raumwahrnehmung
in: Metzger (Hg) 1966
- Bohusch, O. 1971 Die Orientierungsstufe - eine moderne
und soziale Lehrform für alle. München
- Bolles, R.Ch. 1967 Theory of Motivation
New York

- Braun & Heymann 1953 J.Exp.Ps. 56, S.146 ff
Meaningfulness of Material, Distribution of
Practice, and Serial Position Curves
- Broadbent, D.E. 1966 Perception and Communication
Oxford/New York repr.
- Brown, J. 1960 J.Exp.Ps. 59, S.176-181
Evidence for a Selective Process During Per-
ception of Tachistoscopically presented Stimuli
- Bruner, J.S. & Postman, L. 1949
On the Perception of Incongruity: A Paradigm
in: Bruner & Krech 1968
- Bruner, J.S. & Krech, D. 1968 Perception and Personality
New York repr.
- Brunnhuber, D. 1972 Prinzipien effektiver
Unterrichtsgestaltung. Donauwörth
- Catalano, J.F. 1973 Percept. Mot. Skills 36
Effect of Perceived Proximity to End of Task
upon End-Spurt
- DeGeccò, J.P. (ed.) 1971³ The Psychology of Language,
Thought, and Instruction. London
- DeCharms, R. 1973 Ein schulisches Trainingsprogramm
zum Erleben eigener Verursachung.
in: Edelstein & Hopf 1973
- Cherry, C. 1953 J. Acoust. Soc. Amer. 25
Some Experiments in the Recognition of Speech,
With One and With Two Ears
- Cofer, Ch. & Appley 1964 Motivation:
Theory and Research. New York

- Conklin, J. 1957 J.Exp.Ps. 53, S.261 ff
Effect of Control Lag on Performance
in a Tracking task
- Correll, W. 1966⁶ -Einführung in die
pädagogische Psychologie. Donauwörth
- Culbert 1958 J.Exp.Ps. 56, S.344 ff.
Facilitation of Mirror-Image Word Identifi-
cation by Mirror-Image Perceptual Set
- Cypkin, J.Z. 1970 Adaptation und Lernen
in kybernetischen Systemen
- Deci, E.L. 1971 J.Pers.Soc.Ps. 13
Effects of Externally mediated Rewards on
Intrinsic motivation
- Dember, W. & Earl, R. 1957 Ps. Rev. 64
Analysis of Exploratory, Manipulatory and
Curiosity Behaviors
- Donahoe 1960 J.Exp.Ps 60, S. 193
The Effect of Variations in the Form of Feedback
on the Efficiency of Problem Solving
- Dritschel, W. 1968 Biokybernetik. Leipzig
- Edelstein, W. & Hopf, D. 1973 Bedingungen
des Bildungsprozesses. Stuttgart
- Edwards, W. 1961 Ps.Rev. 68
Costs and Payoffs Are Instructions
- Eysenck, H.J. (ed) 1964 Experiments in Motivation
Oxford

- Fichte, J. G. 1965 Transzendente Logik
in: J.G.Fichtes sämtliche Werke, ed.I.H.Fichte
Reprint Berlin
- Fillenbaum, S. 1974 J.Exp.Ps. 102, S.44 - 49
Information Amplified: Memory for Counter-
factual Conditionals
- Flechtner, H.J. 1963 Grundbegriffe der Kybernetik
Stuttgart
- Foppa, K. 1968 Lernen, Gedächtnis, Verhalten
Köln/Berlin
- Freud, S. 1964 Zur Psychopathologie des Alltagslebens
Frankfurt/H
- Gagne, R. & Brown 1961 J.Exp.Ps. 62, S. 313-321
Some Factors in the Programming of
Conceptual Learning
- Gannon & Noble 1961 J.Exp. Ps. 62, S. 14-23
Familiarization as a Stimulus Factor in
Paired Associate Verbal Learning
- Garvin, P. 1970 Cognition - a Multiple View
New York
- Gibson, J.J. 1963 Ps. Rev. 75
What gives Rise to the Percetion of Motion
- Glock (ed) 1971 Guiding learning. New York
- Gottwald, P. 1971 Kybernetische Analyse von Lernpro-
zessen. München/Wien
- Gorman, A. 1961 J.Exp. Ps. 61, S. 23-29
Recognition Memory for Nouns as a Function of
Abstractness and Frequency

- Green, B.F. 1966 Current Trends in Psychology
in: Kleinmuntz 1966
- DeGroot, A. 1966 Perception and Memory vs. Thought
in: Kleinmuntz 1966
- Grossman, S.P. 1967 A Textbook of Physiological
Psychology. - New York/London/Sydney
- McGuire, W. 1961 J.Exp.Ps. 62
A Multiprocess Model for Paired Associate
Learning
- Habermas, J. 1970 Logik der Sozialwissenschaften
Frankfurt/N.
- Hauck, W. & Thomas, J.W. 1972 J.Exp. Educ. 40
The Relationship of Humor to Intelligence,
Creativity, and Intentional and Incidental
Learning
- Hayes, J.R. 1966 Memory, Goals, and Problem Solving
in: Kleinmuntz 1966
- Hebb, D.O. 1968 Ps. Rev. 75
Concerning Imagery
- Heckhausen, H. 1968 Förderung der Lernmotivation und
der intellektuellen Tüchtigkeiten
in: Roth 1968
- Heckhausen, H. 1974 Motive und ihre Entstehung
in: Weinert 1974
- Hilgard & Bower 1971² Theorien des Lernens
Stuttgart
- Hogan, J. 1961 J.Exp.Ps. 62, S. 155 ff
Copying Redundant Messages

- Horowitz, L.M & Prytulak, L.S. 1969 Ps. Rev. 76
Redintegrative Memory
- Howell & Briggs 1959 J.Exp.Ps 58
The Effects of Visual Noise and Locus of
Perturbation on Tracking Performance
- Holzkamp, K. 1972 Kritische Psychologie
Frankfurt/M
- Hull, C.L. 1943 Principles of behavior
New York
- Hull, C.L. 1951 Essentials of behavior
New Haven
- Hull, C.L. 1952 A behavior System
New Haven
- Hunt, J. 1965 Intrinsic Motivation and Its Role in
Psychological Development, in: Levine 1965
- Hunter, I. 1956 Br. J. Ps. 47, S. 63 ff
The Influence of Mental Set on Problem Solving
- Husserl, E. 1958 Husserliana
Den Haag
- Jackson, Ph.W. 1973 Die Welt des Schülers
in: Edelstein/Hopf 1973
- Kant, I. 1956 Werke
Wiesbaden
- Kaufmann, G. & Raaheim, K. 1973 Psych. Rep. 32, S.303 ff
Effect of Inducing Activity upon Performance
in an Unfamiliar Task

- Katona, G. 1940 Organizing and Memorizing
New York/London
- McKay, D.M. 1961 Interactive Processes in Visual
Perception. in: Rosenblith 1961
- McKelvey, Engen & Peck 1973 J.Safety Res. 5
Performance Efficiency and Injury Avoidance
as a Function of Positive and Negative
Incentives
- Kinchla, R.A. & Allan, L.G. 1969 Ps. Rev. 76
A Theory of Visual Movement Perception
- Klaus, G. 1969 Wörterbuch der Kybernetik
Frankfurt/M
- Kleinmuntz, B. (ed) 1966 Problem Solving
New York
- Kohler, I. 1963 Wahrnehmung
in: Meili/Rohracher 1963
- Kunert, K. 1971 Provokation im Unterricht
Donauwörth
- Laucken, U. 1974 Naive Verhaltenstheorie
Stuttgart
- Laughlin 1972 J.Exp.Ps. 96, S. 54 ff
Concept Attainment as a Function of
Motivation and Task Complexity
- Laursen, A.M. 1967 Ann.Rev.of Physiol. 129
Higher Functions of the CNS
- McLeod, P. 1973 J.Exp.Ps. 99, S. 330
Interference of "Attended to and Learn"-Tasks
with Tracking

- Levine, D. 1964-1967 (ed) Nebraska Symposium on
Motivation. Lincoln
- Lindley, R. 1960 J.Exp.Ps. 59
Association Value and Familiarity in
Serial Verbal Learning
- Lorenz, K. 1965 Über tier isches und menschliches
Verhalten: Abhandlungen Bd. II
München
- Louch, A.R 1966 Explanation and Human Action
Oxford
- Lurija, A. 1966 Higher Cortical Functions in Man
New York
- Lynn, R. 1966 Attention, Arousal and the
Orienting Reflex. Oxford
- Macht, K. 1973 Problem: Unterrichtsmotivierung.
Intrinsisch contra Extrinsisch
Wien/München
- Medvedev, V.I. 1969 The Structural Mechanism for
Decision Making by a Human Brain
in: Proctor 1969
- Meili, R & Rohracher, H. 1963 Lehrbuch der experi-
mentellen Psychologie. Bern/Stuttgart
- Melden, A.J. 1961 Free Action
London
- Melton, A.W. & Martin, E. 1972 Coding Processes in
Human Memory. Washington DC

- Metzger, W. (Hg) 1966 Handbuch der Psychologie Bd.I,1
Wahrnehmung und Bewußtsein Göttingen
- Miller, G.A. 1957 J.Exp.Ps. 53, S.388 ff
Perception of Nonsense Passages in Relation to Amount of Information and Speech-to-Noise Ratio
- Miller, G.A. 1962 in: Norman 1969
Decision Units in the Percetion of Speech
- Miller, G.A., Galanter, E & Pribram, K.H. 1960 Plans and the Structure of Behavior New York
- Miller, G.A., Galanter & Pribram 1971 Images and Plans in: DeCecco 1971
- Mittelstaedt, H. 1961 Regelungsvorgänge in lebenden Wesen München
- Mittelstaedt, H. 1969 Strategies of Cybernetic Analysis in: Proctor 1969
- Mittenecker, E. 1962 Kybernetische Modelle in der modernen Psychologie in: Kongr.ber.d.dtsch.Ges.f.Psychol. 1962, Göttingen 1963
- Mittenecker, E. 1965 Motivation und Information in: Thomae 1965
- Montague, W.E., Hillix, Kiess & Harris 1970 J.Exp.Ps. Vol. 83, S. 249-254 Variation in Reports of Covert Rehearsal and in STM produced by Differential Payoff
- Moray, N. 1959 Quart. J. Exp.Ps. 11, S.56-60
Attention in Dichotic Listening: Affective Cues and the Influence of Instructions
- Morisett & Hovland 1959 J.Exp.Ps. 58
A Comparison of 3 Varieties of Training in Human Problem Solving

- Morton, J. 1964 Br. J. Ps. 55, S. 165-180
The Effects of Context on the Visual
Duration Threshold for Words
- Morton, J. 1969 Ps.Rev. 76
Interaction of Information in Word Recognition
- Mowbray, Ch. 1952 J.Exp.Ps. 44, S. 292-300
Simultaneous Vision and Audition: The Detec-
tion of Elements Missing from Overlearned
Sequences
- Mundie, J.R. 1969 Neural Calculus
in: Proctor 1969
- Newell, A. & Simon, H.A. 1972 Human Problem Solving
Englewood Cliffs
- Norman, D.A. 1969 Memory and Attention. New York
- Norman, D.A. 1971² (ed) Models of Human Memory
New York/London
- Norman, D.A. 1971 Viewpoints 47 (4)
Human Information Processing
- Oerter, R. 1971 Psychologie des Denkens.
Donauwörth
- Ornstein, Trabasso & Johnson-Laird 1973 J.Exp.Ps 101
To Organize is to Remember. The Effects of
Instructions to Organize and to Recall
- Paige, J.M. & Simon, H.A. 1966 Cognitive Processes
in Solving Algebra Word Problems
in: Kleinmuntz 1966
- Paivio, A. 1969 Ps. Rev. 76
Mental Imagery in Associative Learning and
Memory

- Parkinson, S. 1974 J.Exp.Ps. 102, S.67-80
Variability and Control in Dichotic Memory
- Pfaff, D. 1969 Ps.Rev. 76
Parsimonious Biological Models of Memory and Reinforcement
- Pishkin, V. 1960 J.Exp.Ps. 59, S.371-373
Effects of Probability of Misinformation and Number of Irrelevant Dimensions Upon Concept Identification
- Postman, L. 1961 J.Exp.Ps. 61, S. 97-110
Extra-Experimental Interference and the Retention of Words
- Postman & Adams 1960 J.Exp.Ps. 59, S. 153-164
Studies in Incidental Learning VIII:
The Effects of Contextual Determination
- Proctor, L.D. 1969 Biocybernetics of the CNS
Boston
- Rabbit, P.M.A. 1964 Br.J.Ps. 55
Ignoring Irrelevant Information
- Rasmussen & Archer 1961 J.Exp.Ps. 61, S. 437 f und
J.Exp.Ps. 62, S. 14.23
Concept Identification as a Function of Language Pretraining and Task Complexity
- Raynor, J.O. 1974 Future Orientation in the Study of Achievement Motivation in: Atkinson/Raynor 1974
- Reid, Lloyd, Bracket & Hawkins 1961 J.Exp.Ps. 62, S. 518 ff
Short-Term Retention as a Function of Average Storage Load and Average Load Reduction
- Rosenblith, W.A. 1961 (ed) Sensory Communication
Cambridge

- Rosenfeld, G. 1970 Theorie und Praxis der Lernmotivation
Berlin
- Rosenfeld, M. & Zdep, S.M. 1971 Ps. Rep. 28, S.359-362
Intrinsic/Extrinsic Aspects of Work and
Their Demographic Correlates
- Rosenzweig & Postman 1957 J.Exp.Ps. 54
Intelligibility as a Function of
Frequency of Usage
- Roth, H. 1967¹⁰ Pädagogische Psychologie des
Lehrens und Lernens. Berlin/Darmstadt/Dortmund
- Roth, H. (ed) 1968 Begabung und Lernen. Stuttgart
- Rothkopf & Coke 1961 J.Exp.Ps. 62 S.433-438
The Prediction of Free Recall from
Word Association Measures
- Russel, J.St. 1971 Brit. Med. Bull. 27 (3)
Neurological Basis of Complex Learning
- Ryle, G. 1969 Der Begriff des Geistes. Stuttgart
- Sanders, A.F. 1967 Attention and Performance
Amsterdam
- Savigny, E.v. 1974 Die Philosophie der normalen Sprache
Frankfurt/M
- Schiefele, H. 1974 Lernmotivation und Motivlernen
München
- Shelley, M. 1961 J.Exp.Ps.62, S.209 ff
Learning with Reduced Feedback Information
- Shiffrin, R.M & Atkinson, R.C. 1969 Ps.Rev. 76, S.179 ff
Storage and Retrieval Processes in Long-Term
Memory

- Simon, H.A. & Barenfeld, M. 1969 Ps.Rev. 76
Information-Processing Analysis of Perceptual
Processes in Problem Solving
- Slak, St. 1969 Ps.Rev. 76
Multidimensional Information Transmission
as a Function of Unidimensional Channel
Capacity
- Stachowiak, H. 1969² Denken und Erkennen im
kybernetischen Modell. Wien/ New York
- Stegmüller, W. 1969 f Probleme und Resultate der
Wissenschaftstheorie und Analytischen Philo-
sophie. Berlin/ Heidelberg/New York
- Taylor, Ch. 1964 The Explanation of behaviour
London
- Thomae, H. 1965 (Hg) Handbuch der Psychologie Bd.II:
Motivation. Göttingen
- Thompson, R.F. 1967 Foundations of Physiological
Psychology. New York
- Treisman, A. 1964 a Am.J.Ps. 77, S. 533-546
The Effect of Irrelevant Material on the
Efficiency of Selective Listening
- Treisman, A. 1964 b Am.J.Ps. 77, S. 206-219
Verbal Cues. Language, and Meaning in
Selective Attention
- Treisman, A. 1969 Ps.Rev. 76, 282-299
Strategies and Models of Selective Attention
- Tulving, E. 1962 Ps.Rev. 69, S.344-354
Subjective Organization in Free Recall of
"unrelated" Words

- Tversky, A. 1969 Ps. Rev. 76
Intransitivity of Preferences
- Underwood, B.J. 1969 Ps.Rev. 76
Attributes of Memory
- Vitz, P & Todd, Th. 1969 Ps.Rev. 76
A Coded Element Model of the Perceptual
Processing of Sequential Stimuli
- Warm, J. et al. 1973 Bull.Psychon.Soc. 1
Motivation in Vigilance: A Test of the Goal
Setting Hypothesis of the Effectiveness of
Knowledge of Results
- Webster & Thompson 1953 J.Ac.Soc.Amer. 26, S.396 ff
Responding to Both of Two Overlapping
Messages
- Weinert, F.E. et al. Hg 1974 Pädagogische Psychologie
Frankfurt/M
- Weltner, K. 1970 Informationstheorie und Erziehungs-
wissenschaft. Quickborn
- Westmeyer, H. 1973 Kritik der psychologischen Unvernunft
Stuttgart/Köln
- White, R. 1959 Ps.Rev. 66
Motivation Reconsidered: The Concept of
Competence
- Wickelgren, W. 1969 Ps. Rev. 76
Auditory or Articulatory Coding in
Verbal Short Term Memory
- Wiener, N. 1963 Kybernetik. Hamburg

LEBENS LAUF

Geboren am 24. 1. 1948 in Innsbruck als Sohn des Schriftstellers Georg Thurmair und dessen Frau Maria-Luise, geb. Mumelter

Besuch der Volksschule in Düsseldorf und München von 1954-1958

Übertritt ins Karlsruhgymnasium Pasing, im Jahr 1958, ab 1959 Schüler des Ludwigsgymnasiums München

Im Jahr 1967 Abitur am Ludwigsgymnasium

Studium der Philosophie an der Ludwig-Maximilian-Universität München ab WS 1967/68 bei E.Grassi, M. Müller, R. Lauth, E.v.Savigny, S.Otto und E. Keßler

Studien in den Nebenfächern Musikwissenschaft (Th.Georgiades), Psychologie (Ph. Lersch) und kath. Theologie (O.Kuss), später Politikwissenschaft bei N. Lobkowicz und K. Sontheimer.

1973 Magister Artium in Philosophie, Politikwissenschaft und Pädagogik

Weiterstudium der Pädagogik bei H.Schiefele, D. Ulich, A.Krapp, S. Prell, P.Xochelilis und R.Schwarz

Anfertigung einer Dissertation zum Thema der intrinsischen Motivation unter Anleitung von Prof.Dr.Hans Schiefele.

Abschluß der Prüfungen im Dez. 1976

